中華農業研究

第二十六卷　　第二期

目　次

水田土壤之生產力與栽培制度之關係

1 若干水田之休閑處理對第二期作水稻生育收量之影響……………………連　深……85

水稻花藥培養以育成植株之研究……………………………………蔡秀錦、林明華… 100

水稻數量性狀在不同栽培環境下之變異及遺傳變異之研究…………………張德梅… 113

稻苗耐寒性品種檢定試驗………………………………邱善美、涂匡時、許東暉… 123

土壤特性對於磷測定值間相關之影響……………………林家棻、張愛華、吳懷國… 127

土壤特性對磷測定值與田間水稻磷吸取量相關之影響　林家棻、吳懷國、張愛華… 138

肥田利地 (Fertilaid) 施用效果觀察試驗…………………………趙政男、楊遜謙… 147

臺灣木瓜品種改良之研究………………………………………………………張振宙… 151

藥劑撒布與塗刷防治柑桔潛蛾比較試驗………………………………吳國家、陶家駒… 158

中華民國六十六年六月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國臺北市

水田土壤之生產力與栽培制度之關係

I 若干水田之休閒處理對第二期作水稻生育、收量之影響[1]

連 深[2]

摘要：本省稻田第一期作之前常有較長期間（3個月以上）之休閒或輪作，而第二期作則幾乎沒有，因此常有人懷疑第二期作水稻收量之低落可能和稻田之連作（即插秧前無適當之休閒或輪作）有關。惟此僅屬臆測，蓋迄今文獻對於陸稻及其他旱作之連作障礙雖有許多報告，對於湛水狀態下栽培的水稻則無。

為解答上述問題，本試驗於民國 64 年在彰化地區兩處水田（均屬粘板岩冲積土）探討第一期作期間之休閒處理對第二期水稻生育、收量之影響。民國65年繼續在其中一處水田比較第二期作前之休閒期長短對該作水稻生育、收量之影響。同時亦以彰化縣土壤四種（均屬粘板岩冲積土），在本所玻璃室內於第一期作期間給與不同休閒處理（如保持湛水狀態或旱田狀態休閒，或不休閒），復作第二期作盆栽試驗，以探討各處理間水稻生育、收量之差異情形，結果如下：

1.三處田間試驗結果，均示經第一期作期間休閒之水田在第二期作時水稻生育自始即較連作水田為優，因而單位面積穗數及粒數增加，稻穀增收15～20％。但第二期作前46天之休閒却未見增產效果。

2.盆栽試驗結果，亦示經第一期作期間湛水狀態下休閒之土壤在第二期作時水稻生長顯著優於對照的連作區水稻。但第一期作期間以旱田狀態下休閒之土壤在第二期作時却未見其水稻生長有較優的效果。

3.連作區水稻和休閒區比較，除了植株較低，分蘗較少外，並無其他特別症狀。這種生長上之差距並未因氮肥之增施而獲縮短。水稻生長期間土壤中之銨態氮含量，植物體內全氮含量以及其他要素含量亦均無連作區與休閒區之顯著差異。可見上述連作區水稻之所以較休閒區減產，並非因連作後地力氮素或土壤中其他營養要素減低所致。至於其是否與前作稻根殘渣之未能在土壤中充分分解而產生生長抑制物質有關？抑或與土壤中某種病原菌之增加有關？尚待研究。

4.從以上結果，可以推測第二期作水稻低產之原因，除了一般所論者外，與第一、二期間之休閒期短促亦有關係。但以上休閒之效果是否普遍存在？或有土壤間差異？有待檢討。

前　言

從彰化地區40處水田收量與土壤性質之關係研究 (1)，雖可肯定土壤調查以底土剖面質地及排水狀況之不同組合，所分若干典型土系間生產力之差異及其意義；但亦能確認同一土系內，甚或鄰近田區內因栽培制度或土壤管理之差異（如輪作之有無）所導致水稻生育、收量上的差異，此種土壤生產力的差異顯然與底土之剖面性質無關，而係表土性質或微生物相之變化影響所致。

本省稻田第一期作之前常有較長期間（3個月以上）之休閒或輪作，而第二期作前則幾乎沒有，因此常有人懷疑第二期作水稻收量之低落可能與稻田之連作（即插秧前無適當之休閒或輪作）有關。惟此僅屬臆測，蓋迄今文獻對於陸稻和其他旱作的連作障礙雖有許多報告 (2) (3) (4)，惟對於湛水狀況下栽培的水稻則無。實際上水稻已連作數百年，甚至數千年，迄今亦未聞任何收量低落之事。但日本或歐美等國之稻作年僅一作，每作收割後均有很長的休閒或輪作期間。返觀本省一年兩作水稻，第二

本研究承中國農村復興委員會核定76（ARDP）—1.1—A—171號計畫項下補助經費，文成蒙農復會蘇技正楠榮校閱，謹表謝忱。

1.試驗報告農試字第七九三號。　　2.臺灣省農業試驗所技正。

期作與第一期作之間殆無休閑期間，故第二期作水稻是否有連作障礙，頗有檢討必要。

鑒於上述問題，本試驗乃初步擇彰化地區兩處水田探討第一期作之休閑處理對第二期作水稻生育、收量之影響，同時亦以彰化縣土壤四種，在本所玻璃室內於第一期作期間分別給予不同休閑處理（如保持湛水狀態或旱田狀態休閑），復做第二期作盆栽試驗，以探討水稻生育、收量之差異情形，結果如下述。

試驗方法

1. 田間試驗

(A) 民國64年

(1) 試驗地點及土壤性質如下：

地點 Locality	土系及說明 (5) Name of soil series and characteristics	表土理化性質 PH	O. M. %	Texture	CEC me/100g	Exch. me/100g K	Ca	Mg	Active Fe%
田尾（溪頂村）Tien-Wei	萬興系 粘板岩老冲積土20公分以下SiL 排水不完全。	7.8	2.5	SiCL	11.4	0.14	22.7	3.2	1.1
社頭（張厝村）Sheh-Tow	秀水系 粘板岩新冲積土20公分以下SiCL 排水不良。	7.4	3.3	SiCL	12.5	0.15	30.3	2.6	1.2

(2) 試驗處理：

於民國64年第一期作期間以試驗田之一部分給予休閑處理，於第二期作時與對照區（即第一、二期作連作區）同時挿植水稻（品種：臺南五號），比較其水稻生育、收量。處理內容如下：

處理 (Treatment) Fallow before the 2nd crop planting	N level (kg/ha)	處理內容
Check (Successive cropping)	90	第一、二期水稻正常連作，第二期作施 N 90 kg/ha
Fallowed for the period of the lst crop	90	第一期作全作休閑[1]，第二期作施 N 90 kg/ha[2]
Check (Successive cropping)	120	第一、二期水稻正常連作，第二期作施 N 120 kg/ha
Fallowed for the period of the lst crop	120	第一期作全作休閑，第二期作施N 120 kg/ha

1 休閑處理區，第一期作整地後不插秧，維持浸水狀態至第二期作插秧前 1 ～ 2 月才翻耕表土（約15公分）曬田。但因試驗區位處水田當中，故曬田並未達徹底程度。

2 第二期作時除了氮肥用量如處理所規定外，P_2O_5，K_2O 各區均施 60 kg/ha。三種肥料均按標準法施用。

(3) 試驗區面積：田尾每區 100m^2，社頭每區 26m^2，但均未設重覆。

(B) 民國65年

在田尾一處（64年試驗田之隔鄰）繼續試驗，以比較插秧前之休閑期間長短對第二期作水稻生育、收量之影響。

（1）試驗處理內容如下：

處理 (Treatment) No.	Period of fallow before the 2nd crop planting	N level[1] (kg/ha)	處理內容[2]
1	4 days	98	3月初湛水整地，4月26日～7月31日栽培旱稻一作。8月4日湛水整地，插植第二期作水稻，施 N98kg/ha
2	34 days	98	同上3月初湛水整地，4月5日～7月1日栽培旱稻一作。7月13日翻耕，8月4日湛水整地後插植第二期作水稻，施 N 98 kg/ha。
3	46 days	98	同上3月初湛水整地，3月10日～6月19日栽培旱稻一作。7月13日翻耕，8月4日湛水整地後插植第二期作水稻，N 98 kg/ha。
4	5 months (No cropping during) the 1st crop	98	同上於3月初湛水整地，但未插秧。其田區水分狀態保持與鄰區栽培水稻者相同。7月13日翻耕，8月4日湛水整地，插植第二期作水稻，施 N 98 kg/ha。
5	4 days	138	同1
6	34 days	138	同2
7	46 days	138	同3
8	5 months (No cropping during the 1st crop)	138	同4

1 第二期作氮肥用量如處理規定施用外，P_2O_5，K_2O各區均施 60kg/ha 。又三種肥料之施用法均約略和標準法相同。

2 第二期作均插植水稻臺南5號。

（2）試驗設計：小區面積25平方公尺，逢機區集，2重覆。

2. 盆栽試驗：

（1）供試土壤種類及性質如下：

採土地點 Locality	所屬土系及說明 Name of soil series and characteristics	表土理化性質 PH	O. M. %	Texture	CEC me/100g	Exch. me/100g K	Ca	Mg	Active Fe%
田尾（溪頂村） Tien-Wei	萬興系 同上表	7.6	2.2	SiCL	10.8	0.15	23.0	3.2	1.1
社頭（湳底村） Sheh-Tow	秀水系 同上表	7.4	3.1	SiCL	11.9	0.11	30.8	1.8	1.4
永靖（新莊村） Yong-Ching	秀水系 粘板岩老沖積土20公分以下SiCL 排水不良	7.5	3.6	SiCL	16.8	0.25	34.3	3.8	1.5
田中（新庄里） Tien-Chung	平和系粘板岩老沖積土20公分以下SiL 排水良	5.2	2.9	SiCL	10.1	0.13	5.8	1.3	0.63

（2）試驗處理：於民國63年12月間自上列地點採取表土分別裝盆，每盆 4.5 kg ，並於翌年 2 月底至 6 月13日（即第一期作）期間給予各種休閑處理，於第二期作時與對照區（第一、二期作連作）同時（7 月10日）揷植水稻（品種：臺南五號），比較水稻生育收量。處理內容如下：（每處理設 2 重覆）

處　理 (Treatment)		處　理　內　容
Fallow before the 2nd crop planting	N level	
Check (Successive cropping)	N_1	第一、二期水稻連作，第二期水稻每盆施氮一倍量。
〃	N_2	同上，第二期作每盆施氮二倍量。
Dry fallow for the period of the lst crop	N_1	第一期作不栽水稻，土壤水分保持田間容水量或稍乾旱狀態，第二期作插秧前才浸水，每盆施氮一倍量。
〃	N_2	同上，第二期作每盆施氮二倍量。
Flood fallow for the period of the lst crop	N_1	第一期作不栽水稻，土壤維持湛水狀態。第二期作每盆施氮一倍量。
〃	N_2	同上，第二期作每盆施氮二倍量。

第一期作各處理區均於 7 月10日揷秧，並於一週前施肥，氮素用量 N_1 N_2 每盆各施硫酸銨2.5及5.0克，磷鉀則各區均施 K_2HPO_4 1 克。

上述水稻於 8 月12日收割地上部，調查乾物量並測定植物體中各種要素含量。水稻栽培期間並曾安置白金電極於土壤中，測定 Eh 。

試 驗 結 果

1. 田間試驗

民國64年：

經第一期作期間不同休閑處理之各區水田，在第二期作之穀收量及收量構成要素如表 1 。其各生育期水稻乾物量及植物體內各種要素營養情形如表 2 。

表 1　第一期作全作期間之休閑處理對第二期作稻穀收量之影響

（民國64年，中部粘板岩冲積土）

Table 1. Effect of fallow during the first crop season on the yield and yield components of the second crop rice with two nitrogen levels. (slate alluvial soil, central Taiwan 1975).

a. 田尾 (Tien-Wei township)

Treatments		Grain yield		Yield components			
Fallow before planting	N kg/ha	t/ha	Index	Panicle No. per m²	Grain No. per panicle	Filled grain %	1000 grain wt. (g)
Check (Successive cropping)	90	3.98	100	234	85.1	89.1	22.6

Fallowed for the period of the lst crop	90	4.58	115	275	86.0	86.2	22.6
Check (Successive cropping)	120	4.01	100	244	86.1	87.8	21.9
Fallowed for the period of the lst crop	120	4.72	118	284	86.4	86.3	22.4

b. 社頭 (Sheh-Tow township)

Treatments		Grain yield		Yield components			
Fallow before planting	N kg/ha	t/ha	Index	Panicle No. per m²	Grain No. per panicle	Filled grain %	1000 grain wt. (g)
Check (Successive cropping)	90	4.82	100	296	76.7	88.6	24.0
Fallowed for the period of the lst crop	90	5.47	114	319	80.3	87.5	24.3
Check (Successive cropping)	120	4.48	100	274	79.2	87.1	23.6
Fallowed for the period of the lst crop	120	5.51	123	318	82.7	88.8	23.6

表 2　各處理區水稻之生長情形及無機要素含有率（民國64年，第 2 期作）

Table 2. Effect of fallow during the first crop season on the dry weight and element contents of the second crop rice with two nitrogen levels. (slate alluvial soil, central Taiwan, 1975)

a. 田尾 (Tien-Wei township)

Treatments		Dry wt.	Element contents[1]						
Fallow before planting	N[2] (kg/ha)	g/hill	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
24 days after transplanting									
Check (Successive cropping)	36	1.50	3.97	0.44	3.81	0.41	0.21	850	250
Fallowed for the period of the lst crop	36	2.51	4.13	0.45	3.81	0.33	0.21	780	290
Check (Successive cropping)	50	1.89	3.68	0.37	3.44	0.28	0.22	830	270
Fallowed for the period of the lst crop	50	3.05	3.60	0.37	3.56	0.36	0.22	700	270
40 days after transplanting									
Check (Successive cropping)	68	9.8	2.15	0.28	3.06	0.43	0.19	600	190
Fallowed for the period of the lst crop	68	20.1	2.03	0.27	3.06	0.34	0.16	460	210

Check (Successive cropping)	90	9.3	2.07	0.28	2.94	0.46	0.19	520	200
Fallowed for the period of the 1st crop	90	21.7	2.10	0.28	3.06	0.33	0.16	540	200

b. 社頭 (Sheh-Tow township)

Treatments		Dry wt.	Element contents[1]						
Fallow before planting	N[2] (kg/ha)	(g/hill)	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
22 days after transplanting									
Check (Successive cropping)	36	2.75	3.48	0.37	3.06	0.55	0.27	1,000	310
Fallowed for the period of the 1st crop	36	4.14	3.86	0.39	3.25	0.46	0.29	1,080	320
Check (Successive cropping)	50	3.15	3.59	0.38	3.31	0.51	0.30	2,080	320
Fallowed for the period of the 1st crop	50	4.14	3.67	0.38	3.38	0.40	0.25	880	340
45 days after transplanting									
Check (Successive cropping)	68	29.3	1.55	0.27	2.06	0.58	0.19	330	280
Fallowed for the period of the 1st crop	68	43.2	1.71	0.28	2.19	0.30	0.19	350	300
Check (Successive cropping)	90	19.8	1.72	0.25	1.75	0.40	0.20	430	270
Fallowed for the period of the 1st crop	90	38.8	1.74	0.29	2.13	0.33	0.19	340	330

1 For N. P. K. Ca and Mg in %, while for Fe and Mn in ppm, dry weight basis.

2 The accumulated rate before sampling.

由表 1 可見第一期作休閑（不栽水稻）處理之效果在兩處試驗地均非常顯著；休閑處理區較連作區增收稻穀約15～20%。從收量構成要素可知休閑處理區之增收主要係由穗數之增加所致。又從表 2 各生育期水稻乾物重量之推移，可見休閑處理區較連作區自分蘖盛期（插秧後22天左右）即有較優生育，而此種差異保持到收穫期。但連作區水稻除植株較低，分蘖較少外，並無其他特別症狀。再觀同表水稻體內各種無機要素含量，休閑處理區與連作區亦無任何顯著差異。

生育期間各試驗區採取土壤測定土壤中或土壤溶液中之銨態氮含量，結果在二種處理區間亦無任何顯著差異發現，如表 3 。

表 3　各處理區土壤及土壤溶液中銨態氮含量（ppm）[1] 之推移（民國64年第二期作）

Table 3. Concentration (ppm) [1] of ammonium-N in the soil and soil solution of

different plots with and without fallowing during the first crop season (2nd crop, 1975)

a. 田尾 (Tien-Wei, 24 days after transplanting)

Treatments	Soil Solution	Soil
Check (Successive cropping)	22.7	28.5
Fallowed for the period of the 1st crop	20.8	28.1

b. 社頭 (Sheh-Tow)

Treatment	7 days after transplanting	17 days after planting
	Soil	Soil Solution
Check (Successive cropping)	28,2	15.0
Fallowed for the period of the 1st crop	25.0	13.4

Treatment	95 days after transplanting	
	Surface soil	Sub-soil
Check (Successive cropping)	7.8	8.3
Fallowed for the period of the 1st crop	7.2	9.9

1 Mean of the N_{90} and N_{120} plots, for concentration in soil, by dry wt. basis.

表 4 插秧前不同期間之休閑處理及氮肥用量對第二期作稻穀收量之影響

(田尾，民國65年)

Table 4. Effect of fallow duration before planting on the yield and yield components of the second crop rice with two nitrogen levels. (Tien-Wei, 1976)

Treatments		Grain yield		Yield components			
Period of fallow before planting	N kg/ha	t/ha	Index	Panicle No. per m²	Grain No. per panicle	Filled grain %	1000 grain wt. (g)
4 days	98	4.52	100	310	77.6	87.3	23.2
34 days	98	4.50	100	322	71.5	87.1	23.0
46 days	98	4.62	102	309	—	—	—

150 days (no cropping during the lst crop)	98	5.50	122	346	83.6	88.5	23.4
4 days	138	5.08	100	336	84.1	85.3	22.7
34 days	138	4.93	97	343	82.9	86.3	22.8
46 days	138	5.08	100	330	—	—	—
150 days (No cropping during the lst crop)	138	5.82	115	370	87.0	88.8	23.3

LSD 5% 0.39　　　1% 0.58

表 5　插秧前不同期間之休閑處理及氮肥用量對第二期作水稻生長及要素含有率之影響

（田尾，民國65年）

Table 5. Effect of fallow duration before planting on the dry weight and element contents of the second crop rice with two nitrogen levels. (Tien-Wei, 1976)

Treatments		Dry wt.	Element contents[1]								
Period of fallow before planting	N[2] (kg/ha)	g/hill	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
19 days after transplanting											
4 days	42	0.95	3.04	0.35	3.10	0.54	0.33	565	240	25.3	6.9
150 days (No cropping during the lst crop)	42	2.39	3.55	0.41	3.44	0.50	0.31	680	275	25.0	8.5
4 days	48	0.97	3.25	0.35	3.07	0.56	0.32	645	250	25.5	6.9
150 days (No cropping during the lst crop)	48	2.06	3.59	0.41	3.56	0.49	0.31	810	270	23.5	8.5
43 days after transplanting											
4 days	73	12.0	2.16	0.26	2.47	0.47	0.27	567	225	25.0	10.8
150 days (no cropping during the lst crop)	73	16.3	2.23	0.24	2.44	0.39	0.26	572	220	24.8	8.3
4 days	100	13.4	2.27	0.28	2.66	0.42	0.28	644	210	28.0	9.3
150 days (no cropping during the lst crop)	100	18.3	2.23	0.26	2.53	0.42	0.27	616	275	26.8	9.3

1 For N. P. K. Ca and Mg in %, while for Fe, Mn, Zn and Cu in ppm, all by dry wt. basis.

2 The accumulated rate before sampling.

水稻幼穗形成期間，曾自田間採取稻根以 α-naphthyl amine 測定其氧化力。結果休閑處理區稻根之氧化力似較連作區者有稍高的趨勢，但統計上未達顯著標準。

由上可見休閑處理區較連作區自分蘖盛期即有較優生長，以致穗數增加，穀收量亦增加。惟由水稻營養狀態却難看出二者有任何差異情形。

民國65年

民國65年在田尾一地繼續試驗（但不同一塊田）亦獲得與民國64年相似的結果：即第一期作全作休閑區稻穀收量較連作區增收達15～20%，增收之主要因素係穗數及一穗粒數之增加（表 3）。但休閑的效果能達顯著程度所需期間似乎不短；表 3 示第一期作全作期間休閑者較不休閑者雖有15～20%之增收效果，但第二期作插秧前46或34天休閑之各試驗區却與不休閑的連作區並無收量上之顯著差異。

生長較優之第一期作全作休閑區水稻在生育初期 N P K 含有率雖較連作區略高，但因二者之絕對濃度均高，並且此種差異不久後即消失，故預料其不致構成休閑區水稻生長較優的因素。

2.盆栽試驗：

經第一期作期間（2 月28日～ 6 月13日）不同休閑處理之各盆土壤在第二期作之水稻生長情形，以地上部乾物重量表示如表 6 。又經變方分析（表 7 ）後比較各處理區之平均收量，如表 8 。

表 6　第一期作期間之不同休閑處理對第二期作水稻生長之影響

（盆栽，64年第二期作，插秧後33日，g/pot）

Table 6. Effect of dry and flood fallow during the first crop season on the growth of the second crop rice with two nitrogen levels. (pot experiment, 33 days after transplanting, 2nd crop, 1975)

Fallow treatment	Nitrogen level	Plant dry weight (g/pot)				
		Tien-Wei 田尾	Sheh-Tow 社頭	Yong-Ching 永靖	Tien-Chung 田中	Mean
Check (Successive cropping)	N_1	1.78	1.91	2.11	2.44	2.06
〃	N_2	2.08	1.51	2.17	2.29	2.01
Dry fallow for the period of the lst crop	N_1	1.51	0.63	0.75	2.41	1.32
〃	N_2	0.69	0.33	0.78	2.07	0.97
Flood fallow for the period of the lst crop	N_1	2.00	2.43	2.30	2.97	2.42
〃	N_2	2.34	2.62	3.02	3.57	2.89

表 7　表 6 結果之變方分析

Table 7. Variance analysis of the results in Table 6.

Source of variance	Degree of freedom	Mean square	F
Soils	3	2.62	29.11**
Fallow treatment	2	9.24	102.67**

N Level	1	0.00	0.00
Soil × Fallow	6	0.46	5.11**
Soil ×N	3	0.11	1.22
Fallow × N	2	0.69	7.67**
Soil × Fallow × N	6	0.14	1.56
Error	24	0.09	

表 8　表 6 各處理區平均收量之比較

Table 8. Comparison of the mean yields of various treatments in Table 6.

Treatment	Dry wt. g/pot		
Flood fallow	2.66		
Check	2.03	0.63**	
Dry fallow	1.14	1.52**	0.89**

** Significant at P<0.01

由表 6 及表 7 可見休閑處理之效果非常顯著，且其與氮用量效果間之連應亦十分顯著；即如田間試驗 flood fallow 處理區之水稻生長顯著優於對照區，且前者對增施氮肥之效應亦較後者顯著。惟 dry fallow 處理區之水稻生長及其對氮肥增施之效應均較對照區爲劣（呈負效應），實屬意外。

由表 9 土壤 Eh 之推移及表10各處理區水稻之無機要素含有率，可見 dry fallow 區水稻生長之所以較對照區爲劣，可能和其土壤氧化還原電位（Eh）始終保持很高（如表 9 所示），還原緩慢，以致 P 之有效度低，吸收不足有關，雖然其Fe，Mn之吸收並無低減現象（表10）。

至於 flood fallow 區水稻生長之所以較對照區爲優，植物營養上除了其鉀素含量稍高（但均高達3.4%以上，故預料其不成爲限制因素）外，亦一如田間試驗看不出任何重要差異。

表 9　第一期作期間不同休閑處理土壤在第二期時 pH 及 Eh 之推移

（盆栽64年第二期作）

Table 9. Changes of pH and Eh during the 2nd crop in the soils with different fallow treatments during the 1st crop. (pot experiment, 2nd crop, 1975)

Fallow treatment		Sheh-Tow (days after transplanting)				Tien-Chung (days after transplanting)			
		0	5	18	49	0	5	18	49
Check (Double cropping)	Eh	− 195	− 213	− 250	− 210	− 115	− 153	− 213	− 175
	pH	7.00	7.15	7.20	7.00	6.30	6.20	6.00	6.55
Dry fallow for the period of the lst crop	Eh	+ 345	+ 298	+ 303	+ 150	+ 270	+ 208	+ 85	− 255
	pH	7.50	7.15	7.15	6.95	4.20	4.40	5.05	6.10

Flood fallow for the period of the lst crop	Eh	− 235	− 130	− 170	− 270	− 230	− 195	− 230	− 225
	pH	—	7.25	7.15	7.15	6.20	6.20	5.95	6.65

表10 盆栽試驗各處理區水稻之無機要素含有率[1] （64年第二期作插秧後33日）

Table 10. Effect of dry and flood fallow during the first crop season on the element contents[1] of the second crop rice with two nitrogen levels. (pot experiment, 33 days after transplanting, 1975).

Fallow treatment	Nitrogen level	N%			
		Tien-Wei 田尾	Sheh-Tow 社頭	Yong-Ching 永靖	Tien-Chung 田中
Check (Successive cropping)	N_1	3.92	4.18	3.80	3.97
	N_2	4.14	4.22	4.09	4.35
Dry fallow for the period of the lst crop	N_1	4.05	3.29	3.67	4.01
	N_2	4.09	3.46	3.63	4.47
Flood fallow for the period of the lst crop	N_1	4.09	3.82	3.71	4.30
	N_2	4.14	4.09	4.09	4.09

Fallow treatment	P %				K %			
	Tien -Wei 田尾	Sheh -Tow 社頭	Yong -Ching 永靖	Tien -Chung 田中	Tien -Wei 田尾	Sheh -Tow 社頭	Yong -Ching 永靖	Tien -Chung 田中
Check (Successive cropping)	0.46	0.32	0.36	0.53	4.04	4.03	3.75	3.50
Dry fallow for the period of the lst crop	0.32	0.16	0.24	0.48	4.00	3.35	3.60	4.41
Flood fallow for the period of the lst crop	0.48	0.30	0.37	0.55	4.25	4.32	3.91	4.07

Fallow treatment	Ca %				Mg %			
	Tien -Wei 田尾	Sheh -Tow 社頭	Yong -Ching 永靖	Tien -Chung 田中	Tien -Wei 田尾	Shen -Tow 社頭	Yong -Ching 永靖	Tien -Chung 田中
Check (Successive cropping)	0.41	0.38	0.46	0.34	0.26	0.24	0.28	0.28
Dry fallow for the period of the lst crop	0.46	0.60	0.50	0.33	0.21	0.23	0.18	0.25
Flood fallow for the period of the lst crop	0.47	0.36	0.37	0.33	0.25	0.20	0.25	0.26

Fallow treatment	Fe (ppm)				Mn (ppm)			
	Tien -Wei 田尾	Sheh -Tow 社頭	Yong -Ching 永靖	Tien -Chung 田中	Tien -Wei 田尾	Shen -Tow 社頭	Yong -Ching 永靖	Tien -Chung 田中
Check (Successive cropping)	345	440	470	525	445	430	400	200
Dry fallow for the period of the 1st crop	420	530	390	545	410	960	810	305
Flood fallow for the period of the 1st crop	390	405	430	615	380	335	405	250

1 Mean of the N_1 and N_2 treatments except for nitrogen contents .

討　　論

由以上田間及盆栽試驗結果，可知第一期作全作期間之休閑處理對土壤生產力之增進（或恢復）有顯著效果。吳育郎等[6]在美濃一地比較栽培制度對第二期作水稻收量之影響，亦顯示第一期作全作期間之休閑或旱作處理，均對第二期作水稻收量有增產效果（較連作區各增收18及12%）。故第二期作水稻之所以較第一期作低產，除了氣候因子之外，插秧前無適當休閑或輪作致使土壤生產力減低，亦爲不可忽視之因素。

惟第一期作全作期間之休閑雖有如上效果，短期間之休閑，效果却並不明顯；如本試驗表 4 所示，第二期作插秧前46天之休閑區與未休閑之連作區在收量上並無顯著差異。吳育郎等[6]在竹田和萬巒之試驗結果，亦示30天的休閑較15天者平均僅增收2.5%，而 15天的與 0 天之間則幾無差異。又上述地點第一期作期間之休閑雖有如上效果，但亦有試驗地其效果不明顯者。鄔宏潘、王銀波等[7]曾在南港、淸水和臺中舉辦田間試驗各 1 處，結果却示第一期作全作期間之休閑對第二期作水稻之收量並無顯著增產效果。本試驗在內埔一處之試驗（未列）亦有相似的結果，可見休閑之效果可能因地而異；如以上田間試驗中休閑效果顯著者（田尾、社頭、美濃）土壤均屬鹼性，反之，休閑效果不顯著者（南港、淸水、臺中、內埔）土壤均屬酸性，惟詳細情形尙待繼續觀察。

又休閑期間土壤水分究應保持何種狀態較爲有利？據 Ponamperuma 氏[8]以五種土壤連續 8 作（自1967年 2 月至1969年 8 月）水稻 drum 試驗，結果指出兩期作中間（各 1 ～ 3 個月不等）將土壤繼續保持湛水狀態（flood fallow）或予晒乾（dry fallow）對於次期作稻穀收量之影響差異甚小，但因前者可以避免大量的氮素損失（據估計32個月內計達（720～920 kg/ha）），故較有利。本報告中的盆栽試驗更示由於較長時間（連續約 6 個月）的 dry fallow 結果，其重新湛水後的土壤還元異常緩慢，影響磷的有效性以及水稻之生育。吳育郎[6]等之試驗結果亦示第二期作之水稻收量，以第一期作期間旱作者較第一期作期間休閑者略差，（各對連作區增收12及18%）。

有關土壤生產力因連作而低減，而以休閑或輪作等措施可獲恢復的現象，旱作方面報告較多。英國的 Rothamsted 試驗場中有名的 Broadbalk 肥料連作試驗[9]，已有百餘年歷史，其中即設有每栽培小麥四年即予休閑一年的處理，結果顯示小麥產量每四年當中均以休閑後第一年爲最高，並依連作的年數顯著下降，而以第四年爲最低；致此產量起伏的原因，據分析結果，部分可歸因於休閑後地力氮素的增加，另一部分則可歸因於連作結果土壤中 eye-spot fungus (ceresporella herpotrichoides) 病原性黴菌的增加，易導致小麥倒伏。日本青森試驗場[10]，亦有長期試驗比較連作與輪作的效果，結果亦示連作區之小麥、大豆、馬鈴薯、玉米等產量均較輪作者低落，而其原因，經分析結果爲土壤中某種有害線蟲的增加。對於陸稻的連作障害有關研究報告亦多[2][3][4]。雖然不明處仍多，但迄今仍很受人注目。在本省，宿根栽培之甘蔗減產問題亦受重視，並已從土壤化

學[11]及微生物學[12]方面着手研究。

一般認爲在湛水狀態下栽培的水稻是最能耐連作的作物。事實上，一般水田已在同一田區連作數百年甚至數千年，然而未聞其因連作而有減產的現象[2] [4]。但由本試驗所示若干水田第一期作全作期間之休閑可使第二期作水稻產量增加之事實，亦可了解第一期作收穫後立即繼續栽培第二期作，對於部份水田之「地力」必有不良影響。

休閑之效果可能歸因於（1）土壤經充分風化後，易分解性有機物堆積[13]，致使所謂「地力氮素」(fertility linked soil nitrogen) 增加，其氮素釋放的型式 (release pattern) 並較一般施肥適合於水稻多收的生長條件。（2）稻根殘渣充分的分解，因而避免可能阻礙稻根生長物質之產生。（3）土壤病菌 population 遷移，可避免特定病菌之增加等之因素。

日本有句諺語 "Grow rice with soil, wheat with manure". 實際上水稻從土壤中所吸收的氮素佔其總吸收量達77%之多，餘者才是從肥料中所吸收[13] [14]；高收量水田常有較豐富的土壤氮素供應[13] [15]。由於此等事實，許多研究者均曾强調其所謂「地力氮素」在水稻生產上的重要性。Koyama 氏等[16]曾在泰國 (Bangkhen) 的雨季以標識的 ^{15}N 肥料探討兩期作水稻對土壤氮和肥料氮吸收的差異，稱第二期作水稻收量之所以較第一期作低產，乃係連作後其氮素地力減退所致。

但本試驗結果表2、3、5及10均示休閑處理區較對照區，無論是土壤中之 NH_4-N 含量或水稻植物體中之全氮含量均無明顯差異，並且其增施氮肥之效應亦不比對照區爲低（表1，2，4，5及6）；休閑處理區水稻較對照區在氮素以外之其他營養要素上亦無顯著的差異（表2，5及10）。凡此種種似均可否認上述休閑處理之增產效果，與地力氮素或土壤中其他營養要素之增加有關。至於對照區之低產是否與稻根殘渣之未能在土壤中充分分解，產生阻礙水稻生長的物質有關？抑或和某種土壤病原菌之增加有關，又休閑之效果是否普遍存在？或有土壤間差異？以上種種雖非實用問題，但預期其解答將可幫助吾人了解所謂「地力」的本質，且可提供二期稻作增產方法研究之線索頗富意義。

參考文獻

（1）連　深 (1976) 中部粘板岩冲積土若干土系之土壤特性與水稻生育、收量之關係　農業研究第25卷第2期。

（2）渡邊敏夫等 (1963) 陸稻の連作障害に關する研究　農事試驗場研究報告第5號。

（3）松村安治、速水和彥 (1964) 陸稻連作障害に關する研究　東海近畿農業試驗場研究報告10號。

（4）西尾道德 (1976) 陸稻の連作障害の原因をめぐつて　化學と生物，Vol. 14, No. 11

（5）臺灣省立中興大學農學院土壤學系 (1969) 彰化縣土壤調査報告。

（6）吳育郎等 (1976) 臺灣中南部二期水稻綜合改進工作年報　高雄區農業改良場。

（7）鄔宏潘等 (1975) 第二期稻作低產原因之探討　科學發展月刊第3卷第10期。

（8）The International Rice Research Institute Annual Report, 1969.

（9）Rothamsted Experimental Station Report for 1968, part 2, p. 1-215 (1969) 摘自高橋英一 (1975) 長期圃場試驗の意義　化學と生物，Vol. 13 No. 12.

(10) 青森縣農業試驗場，藤坂支場 (1971) 畑輪作に關する試驗成績槪要，摘自高橋英一 (1975) 同上。

(11) 包敦樸 (1972) 蔗園連續宿根對產量豐歉之影響　臺灣糖業試驗所彙報第58號。

(12) 吳敏慧等 (1975) 連作蔗田毒害甘蔗優勢菌之生理與生態　臺灣糖業研究彙報第68號。

(13) 原田登五郎 (1974) 水田土壤の地力窒素　日本九州大學農學部。

(14) 鈴木新一、坂井弘、出井嘉光 (1968) 水田土壤の肥沃度　日本土壤肥料學雜誌 Vol. 39, No. 1

(15) Houng, K. H. (1976) The role of organic matter in rice production, in "The Fertility of Paddy Soils and Fertilizer Applications for Rice" FFTC, Taipei, Taiwan.

(16) Koyama, T. et al. (1973) Nitrogen application technology for tropical rice as determined by field experiments using ^{15}N tracer technique II. Effect of double-cropping of rice practiced in a rainy season upon the nitrogenous soil fertility of Bangkhen paddy field. Tech. Bull. Tropical Agri. Research Center No. 3

A STUDY ON PRODUCTIVITY OF PADDY SOILS IN RELATION TO CROPPING SYSTEM

1. Effect of fallow on growth and yield of the second rice crop in some slate alluvial soils

Shen Lian

Summary

It has long been known that the yield of many upland crops including upland rice are greatly reduced by the continuous cropping. On the other hand, such a reduction has never been reported in paddy rice which are cultivated under submerged soil conditions.

The generalization, however, was based on the observations done mainly in the temperate region where rice crop is grown only once annually; the interval from harvest to the next planting is usually long (about two thirds of a year), during which period soils are kept fallow or in rotation with upland crops. In the tropical or subtropical regions where rice plants are grown two or three crops a year, a question arises if the yield of a succeeding crop is affected by the soil condition without appropriate period of fallow before planting. In Taiwan, two successive crops of rice are grown on a same paddies every year. The first crop is planted on the paddies which have been under fallow or under upland crops for a period of about 3-4 months, whereas the second crop is planted on the same field soon after the harvest of the first crop. The yield is generally lower in the second crop than in the first crop. Although the difference is mainly attributed to that in climatic conditions in these two seasons, the soil environment in the second crop such as the ill drainage due to rainy season and the absence of fallow before planting are also considered adverse to plant growth in that season.

To clarify the latter point, a field experiment was conducted on two localities of Chang-Hua slate alluvial soil during 1975, where the growth and yield of the second crop rice were compared between the plot which had been under fallow for the period of the first crop and that under the normal double cropping. In 1976, the experiment in one of the localities was continued, where the growth and yield of the second crop rice were compared among the plots which had been fallowed for different periods before planting. In the meantime a pot experiment was also conducted, where the effects of dry and flood fallow were compared. The results were as follows;

1. All the field experiments showed that the plant growth in the second crop was apparently better in the plot which had been fallowed for the period of the first crop than in the normal double cropping plot from soon after the transplanting, resulting in more tillers, numbers of spikelet and finally about 15-20% increase in yield. The effect of fallow for the period of 46 days, however, was not significant.

2. The pot experiment also showed a better plant growth on the soil which had been

fallowed under flooded condition than on that which had not been fallowed (double cropping). Detrimental effect, however, was observed on the soil which had been fallowed under upland condition.

3. The plants with poor growth on the double cropping plot showed no particular symptom than those with better growth on the fallowed plot, except the plant height was shorter and tiller number smaller. The difference in growth between these two plots was not reduced with more application of nitrogen fertilizer. There was also no apparent difference in the concentration of ammonium in the soils or in the contents of various elements in the plants between the two plots during the growth. Thus it seems unlikely that the poor growth on the double cropping plot was due to the decrease of nitrogen fertility or the deficiency of any essential element in the soil after continuous cropping. The growth retardation in the double cropping plot may be due either to the phytotoxic substances produced by the decomposition of crop residues or to the direct injury caused by soil-borne microorganisms and needs studies.

4. It is inferred from the result of this experiment that the causes of low yield in the second crop, among many which have been discussed, may also be partly attributed to the shortness of fallow before planting. However as there seems variation in the effect of fallow among localities, more studies are needed.

水稻花藥培養以育成植株之研究[1]

蔡秀錦　林明華[2]

摘要　培養42種不同水稻品種、品系及雜交第一代之花藥於 MS、ML 和 MW 三種培養基上，可誘導癒合組織之形成，其發生頻率介於0～20.21%之間，因品種不同而不同。此等培養基均含有 5ppm NAA、2.5ppm Kinetin、15 %椰子汁及 6 %蔗糖。日本型水稻適合於 MS 培養基；印度型水稻則適合於 ML 培養基。蔗糖濃度對癒合組織形成率之影響很大，多於或少於 6 %蔗糖的培養基均將降低癒合組織之形成率；甘露蜜醇（mannitol）雖有調節滲透壓的功效，然其效果則遠次於蔗糖。花藥事先經由低溫(5°、10° 及15°C）處理一日，與癒合組織的形成率之相關甚少。二期作花藥癒合組織之形成率遠低於一期作。

癒合組織移入含有 0.5ppm NAA、4ppm Kinetin、40ppm Adenine sulfate、15 %椰子汁及 3 %蔗糖的 MS 培養基後二至四週，就有小植株的分化，其分化頻率由 30至80不等。再則分化率亦因癒合組織之齡期、品種和期作而有所差異。十日大（0.2至0.4公釐）的癒合組織再分化率最高，分化成綠苗之百分比亦大；太老或經由繼代培養之癒合組織之分化率降低，且形成白苗的百分比亦提高。椰子汁對再分化並不十分重要，反而有抑制現象。

緒　言

單元體育種早爲學人所重視，惟因自然變異率太低而難以應用。Guha and Maheshwari[(2)] 成功地培養蔓陀蘿花藥成爲單元性胚狀體和小植株以來已有十餘年，利用此法而育成之單元體植株已有六十餘種（或雜交品系），大部分是雙子葉植物，除菸草、蔓陀蘿的單元體形成率較高，且廣泛地被應用於育種外，餘者因單元體形成率太低而幾乎無法利用。水稻自 Niizeki and Oono[(12)] 首次培養日本型水稻花藥成功以來，仍無多大進展。此乃誘導水稻花藥產生癒合組織的頻率太低[(6,18)] 及癒合組織不易分化成單元體植株[(4,6)] 之故。水稻是我們主要的糧食作物，爲配合二期稻之增產，新品種的育成最爲重要。如能利用花藥單元體之育種，不但能縮短育種時間，亦能提高選拔效果。在稻單元體實用化以前，必需先提高花藥癒合組織之形成率，同時需促進癒合組織再分化而成植株。本文即針對此等問題而加以探討。

材料與方法

試驗材料：栽培稻品種、品系及雜交第一子代花藥共42種。

培養基的配置：(A) 第一種培養基：這是誘導水稻花藥形成癒合組織的培養基，以 Miller[(7)]、Murashige & Skoog[(8)] 及 Modified White[(5)] 等培養基爲主，再加入15%椰子汁，5ppm NAA，2.5ppm Kinetin。分別配以蔗糖濃度（3.6.9%）。今以阿拉伯數字書於簡寫培養基的右下方以表示蔗糖的百分比濃度。例如：

ML_3：ML ＋ 15%椰子汁 ＋ 5ppm NAA ＋ 2.5ppm Kinetin ＋ 3%蔗糖。

MS_6：MS ＋ 15%椰子汁 ＋ 5ppm NAA ＋ 2.5ppm Kinetin ＋ 6%蔗糖　(B) 第二種培養基：這是癒合組織再分化成植株的培養基，以 Murashige & Skoog[(8)] 爲主，加入 4ppm Kinetin、40ppm Adenine sulfate、0.5ppm NAA 及 3 %蔗糖，繼而配以椰子汁、酵母抽出液及肌醇（Inositol）等。

本研究承臺灣農業研究中心補助，本文蒙謝主任順景校正，謹此一併致謝。

1.試驗報告農試字第七九四號　2.臺灣省農業試驗所技佐、技士。

試驗方法：

（A）水稻花藥癒合組織的誘導： 由田間取得上述品種之稻穗，先用醋酸洋紅塗片檢驗花粉之發育期正處於單核中期或晚期，此時的穗頂正伸到最後一葉（即劍葉下第一片葉子）。採下的幼穗用3～5％次氯酸鈉消毒5分鐘，再移入75％酒精5分鐘後，即經由無菌水洗滌數次。取出花藥分別植於第一種培養基，每一試管約移入40個花藥，培養在生長恆溫箱，光照度 1200 Lux，16小時，溫度爲 25±1°C，一週後隔日觀察，並記錄癒合組織長出的數目及日數。

溫度處理花藥的方法是將田間取得單核時期之稻穗，分別置於5,10及 15°C 恆溫箱，隔日分別取出，依上述方法再植於第一種培養基上。 （B）幼植株的誘導： 當花藥長到肉眼可見的癒合組織（約0.1公釐）後10、20、30日分別取出並植於第二種培養基，此時照度約 1800 Lux，16 小時，溫度30±1°C。每隔一日觀察並記錄癒合組織的分化能力、分化過程、形成白苗之可能率……等 。待植株長到10～15公分，即可移栽室外，此時需防植株過分蒸散所導致的枯萎。進而檢定根尖染色體數目。

試驗結果

一、癒合組織的誘導：

花藥接種後一至二週即轉變成褐色，四至七週即有淺黃色癒合組織從裂開之花藥壁釋放出來，如花藥轉成深褐色，癒合組織就難以形成，平均每一花藥可長出一至七個癒合組織，此時之癒合組織質鬆易脆，逐日增大，形成癒合組織頻率可因下述幾種因素而有所差異。

（A）品種間的差異： 癒合組織的形成率與品種（品系）相關甚切，此表示其受制於基因。一般而言，日本型水稻的形成率較高，最高達 20.21 ％；印度型水稻的形成率很低，甚至有些品種根本無法形成癒合組織；雜交第一子代的花藥誘導癒合組織形成率適介於上兩者之間，有些超過親代的形成率。由表一可以清晰得知。

（B）期作間與品種上的差異：臺灣地區水稻培植每年有二期作。期作影響了花藥癒合組織形成率。一期作的癒合組織形成率遠高於二期作者，幾爲二期作的一至二十倍（圖一）。供試品種中相差最大的是臺中187，其一期作花藥癒合組織形成率幾爲二期作的二十倍；相差最少的是臺北309，其一期作之癒合組織形成率爲二期作的一倍多。

表一、水稻花藥癒合組織形成率與品種（品系）的關係

Table 1. Variation in callus formation in rice varieties and hybrids by anther culture.

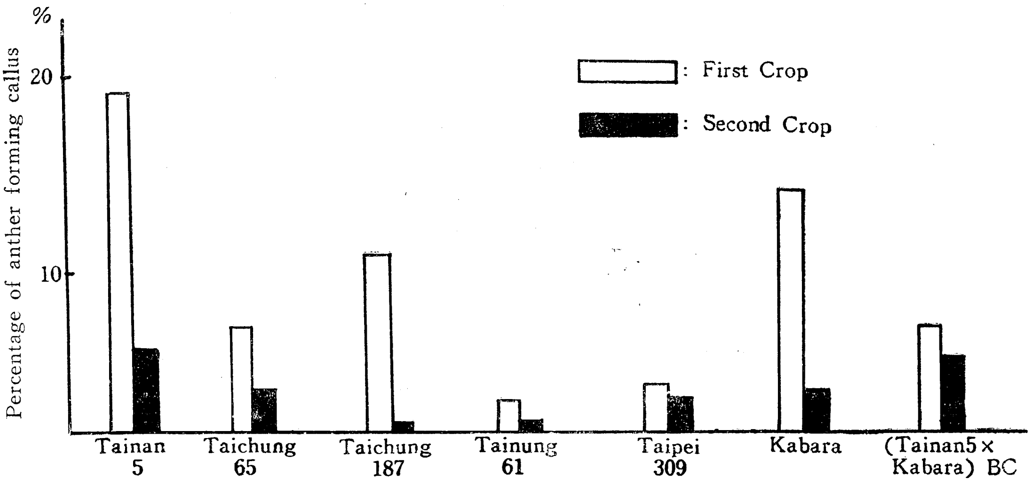
Varieties and hybrids	No. of incubated anthers	No. of anthers from which callus formed	Frequency %
H-124	183	37	20.21
Tainan 5	305	59	19.34
Taichung 187	141	14	9.92
Taichung 186	385	23	5.97
Taichung 65	253	15	5.92
Since Yauo	414	12	2.89
Tainan 6	647	18	2.78
Taipei 309	345	9	2.60

Tainung 61	315	5	1.58
O-loan-chu	285	3	1.05
Hsinchu 56	328	2	0.61
Kabara	310	42	13.54
Mudgo	270	18	6.66
Kaoshiung-sen Yu 54	481	4	0.83
Chianung-sen 8	394	3	0.76
Chianung 242	241	2	0.50
Pai-mi-fen	519	2	0.38
Chianung-sen 11	236	0	0
I-kung-pao	429	0	0
Ai-chueh-chien	424	0	0
Taichung Native I	324	0	0
F_1, IR-2×Tainung 61	247	52	21.05
F_1, IR-2×Kabara	653	83	12.71
F_1, IR-2×Tainan 5	609	45	7.39
F_1, IR-2×Mudgo	660	13	1.97
F_1, IR-2×Chianung-sen 11	528	6	1.14
F_1, IR-1×Tainan 5	252	28	11.11
F_1, Taichung Native 1×Kabara	613	27	4.40
F_1, Taichung Native 1×IR-2	628	9	1.43
F_1, Taichung Native 1×IR-1	706	5	0.71
F_1, Chianung-sen 8×Tainan 5	303	29	9.57
F_1, Chianung-sen 11×Tainan 5	617	36	5.83
F_1, Chianung-sen 11×Tainung 61	597	52	8.71
F_1, Chianung-sen 11×Kabara	718	36	5.01
(Tainan 5×Firooz) BC_3	391	58	14.83
(Tainan 5×Kabara) BC_3	416	24	5.76
(Tainung 61×Kabara) BC_3	357	19	5.32

Media: ML_6, MS_6 and MW_6 (Pooled Data)

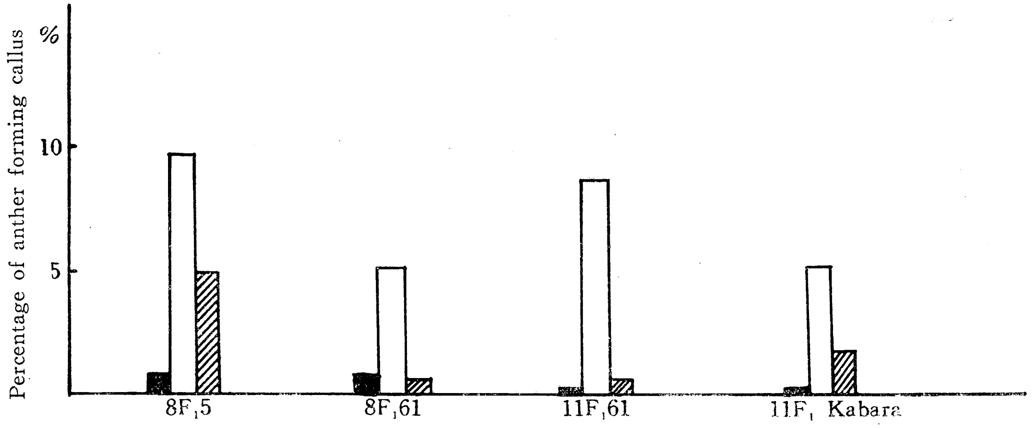
(C) 雜交品種第一子代之水稻花藥癒合組織形成率均高於親本（圖二），這種結果應用在雜交育種上非常有價值。

(D) 培養基的影響：培養基是離體花藥生長的溫床，其成分之不同、多寡與有無均影響花藥之生長與發育。其中「碳」源的多少為影響滲透壓的主要因素。本實驗結果發現含 6 %蔗糖的培養基最適合花藥發育成癒合組織；含 9 %蔗糖者最差（表二）。甘露蜜醇 (mannitol) 雖可調節培養基之滲透壓，然在此實驗中並無法取代蔗糖，反而抑制花藥癒合組織的形成（表三）。



圖一、水稻花藥癒合組織形成率在期作上之差異

Fig. 1: A comparison of percentage of anther forming callus between first and second crop seasons.



圖二、水稻雜交第一子代花藥癒合組織形成率與親本之關係

Fig. 2: A comparison of frequency of anther forming callus between F_1 progeny and parental varieties (2nd crop, 1975).
8: Chianung-sen 8; 5: Tainan 5; 61: Tainung 61; 11: Chianung-sen 11

表二、蔗糖濃度對臺南 5 號、臺中65號的花藥癒合組織形成率之影響

Table 2: Effect of different sucrose concentrations on callus formation in rice anther culture. (lst crop, 1975)

Varieties	Tainan 5			Taichung 65		
Media	No. of incubated anthers	No. of anther forming callus	%	No. of incubated anthers	No. of anther forming callus	%
MW_6	328	28	8.53	133	5	3.75
MS_3	331	23	6.94	307	15	4.88
MS_6	305	59	19.34	253	15	5.92
MS_9	315	19	6.03	291	3	1.01

表三、醣濃度對水稻花藥癒合組織形成之影響

Table 3: Effect of different ratios of sucrose to mannitol on callus formation in rice anther culture. (lst crop, 1975)

Varieties Sucrose : Mannitol	Tainan 5 %*	Taichung 65 %
6% : 0	19.34	5.92
1% : 2.2%	0.26	20.9
0.5% : 2.4%	0.52	0
0.1% : 2.6%	0	0

Medium: MS_6

* : See table 4

印度型水稻的花藥癒合組織形成率很低，曾從事多方面的探討，諸如植物荷爾蒙（2,4—D、NAA、Kinetin）間的濃度，酵母抽出液及椰子汁有無，都沒有顯著的差異，尤其是 2,4—D 的存在與否，關係並不大。有些品種在缺 2,4—D 的培養基上之癒合組織形成率高於含有 2,4—D 者。由實驗得知，日本型稻適合於 MS_6 培養基；印度型稻則適合於 ML_6；雜交第一子代的花藥則依親本而有所區別（表四）。

表四、不同培養基對水稻花藥形成之影響

Table 4: Effect of different kinds of media on callus formation in rice anther culture. (lst and 2nd crops, 1975)

Varieties and hybrids	Frequency of callus formation in percent*		
	MW_6	ML_6	MS_6
Kabara	9.52	13.54	
Chianung-sen 8	0	0.28	
Mudgo	4.46	6.66	
Tainan 5	8.53		19.34
Taichung 65	3.75		5.92
F_1, IR-2×Tainung 61		15.17	21.05
F_1, IR-1×Tainan 5		8.25	11.11
F_1, Chianung-sen 8× Tainan 5		8.76	9.57

$$* \text{ Frequency} = \frac{\text{No. of anthers from which calluses are formed}}{\text{No. of incubated anthers}} \times 100$$

(E) 溫度處理：水稻稻穗先經由低溫（5、10 及 15°C）處理一日後，取出花藥加以培養，所誘導之癒合組織形成率甚低。第一期作水稻花藥經低溫處理後的形成頻率降低，愈低溫處理者，降低的頻率愈大；第二期作的癒合組織形成率亦因低溫處理而降低，然經 15°C 處理者則有促進的現象；二期作之 Kabara 經低溫處理，則癒合組織形成率增多（表五）。

表五、低溫處理花藥與花藥形成率之關係

Table 5: Effect of low-temperature on callus formation in rice anther culture.

Treatment	Frequency of callus formation in percent*				
	1st crop		2nd crop		Kabara
	Taichung 65	Tainan 5	Taichung 65	Tainan 5	
Control	3.75	8.53	2.26	4.46	2.23
5°C 24 hrs	2.72	2.54	1.89	1.59	4.32
10°C 24 hrs	2.06	2.72	1.64	5.49	4.69
15°C 24 hrs		4.08	2.35	5.66	8.39

* See table 4

(二) 幼植株的誘導：

水稻花藥癒合組織移至分化培養基約一至二週後，開始綠化，並有芽的分化，繼而由芽基長出不定根以成小植株。一般而言，根的分化較芽的分化容易；先分化成根的癒合組織很難再有芽之分化，而先分化成芽者都能由芽基長出不定根。一塊癒合組織分化的芽數由一至十個不等，也有十幾支小植株者。一塊癒合組織可分化成綠苗、白苗或綠白苗同時存在的植株。水稻花藥癒合組織的再分化率約爲50%，其中分化成綠苗者約爲分化率的一半。分化率隨品種而有很大的差異。

(A) 品種不同對再分化率的影響：品種（品系）不同影響再分化率甚大，分化率由30~80%不等，而綠苗率占3~55.44 %。日本型稻的綠苗率高於白苗率；印度型稻及雜交第一子代的花藥癒合組織分化成白苗的比例很高（表六）。白苗之成因爲何？目前尙不完全明顯，尙待日後進一步之探討。

表六、不同水稻品種之花藥癒合組織之再分化率

Table 6: Variation in frequency of normal green and albino plantlets developed from the callus of rice anther.

Varieties	No. of incubated callus	No. of callus forming plantlet	% callus forming plantlet	
			Normal	Albino
Mudgo	21	17	42.86	38.09
Taichung 65	92	68	55.44	18.48
Tainan 5	212	133	48.59	14.15
Taichung 187	11	6	36.37	18.18
Taichung 186	16	8	43.75	6.25
Kabara	76	25	3.95	28.95
(Tainung 61×Firooz) BC_2	13	8	7.69	53.84
(Tainan 5×Kabara) BC_2	22	12	22.73	31.82
(Tainan 5×Firooz) BC_3	51	24	17.65	29.41
(Tainung 61×Kabara) BC_3	26	12	7.69	38.46
F_1, Chianung-sen 11×Tainan 5	26	20	19.23	57.69

F_1, Chianung-sen 11×Kabara	26	12	3.85	42.31
F_1, Chianung-sen 11×Tainung 61	41	20	4.88	43.90
F_1, Chianung-sen 8×Tainan 5	44	19	9.09	34.09
F_1, IR-2×Kabara	57	26	12.28	33.33
F_1, IR-2×Tainan 5	29	19	17.24	48.28
F_1, IR-2×Tainung 61	89	50	6.74	47.19
F_1, IR-1×Tainan 5	56	26	14.29	32.14
F_1, Taichung Native 1×Kabara	23	9	8.70	30.43

(Pooled Data)

(B) 癒合組織年齡 (Aging) 不同與再分化的關係：癒合組織的年齡對再分化率有所影響。十日左右（肉眼可見之日起十天，其直徑約0.2～0.4公釐）之癒合組織分化成植株的百分比最高，且分化成綠苗數亦多；太老者或經由繼代培養者，其再化分之能力降低，且分化成白苗的比例亦增高（表七）。表七，臺中65號略有差異，可能由於樣本太少或觀察上之誤差。

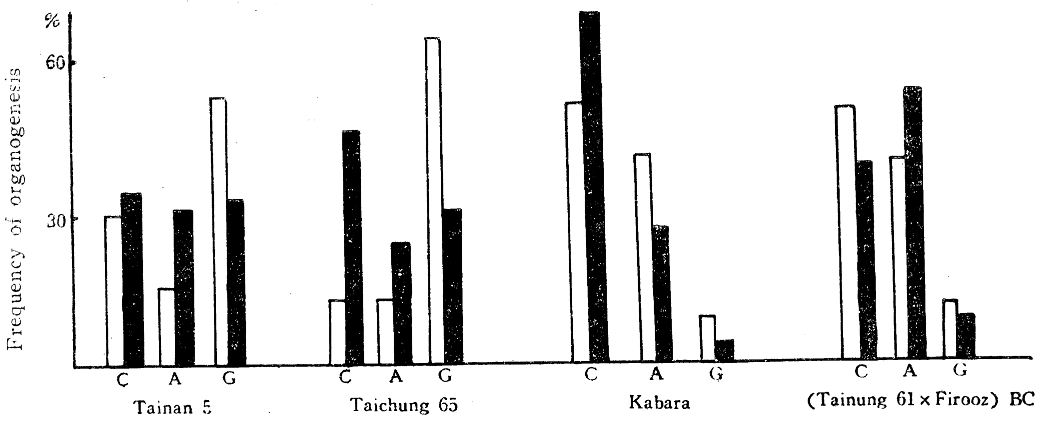
表七、癒合組織年齡不同與再分化率之關係

Table 7: Relationship between regenerative potential and callus age.

Varieties	Tainan 5			Taichung 65			Kabara			H-124		
Aging (day)	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
No. of incubated callus	113	40	59	39	33	20	154	22	10	79	19	12
% callus forming normal plantlet	53.10	47.50	40.68	64.10	45.45	55.00	8.44	0	0	86.08	47.37	41.66
% callus forming albino plantlet	15.93	15.00	10.17	17.95	21.21	15.00	40.91	63.63	80.80	3.80	5.26	0

(C) 期作不同與分化的關係：癒合組織之再分化率亦因期作不同而有所差異。二期作之花藥癒合組織分化成綠苗的百分率較一期作低；未分化者或只分化根的百分率反較一期作高，可由圖三得知。

(D) 癒合組織形成率與再分化力的關係：花藥癒合組織形成率高者，其癒合組織之再分化能力降低，然而形成率低者之癒合組織之再分化力增大。如表八所示，不論是臺南5號或臺中65號，MS_6最適於癒合組織的形成，然此等癒合組織再分化成綠苗率却降低。



圖三、期作不同對癒合組織再分化率之影響

Fig. 3: A comparison of frequency of organogenesis from rice anther callus between first and second crops. ▭ : 1st crop; ▬ : 2nd crop

C: callus of death, undifferentiation and root-formation only

A: albino plantlet

G: green (normal) plantlet

$$\% = \frac{\text{No. of callus forming albino or green plantlet}}{\text{No. of incubated callus}} \times 100$$

表八、水稻花藥癒合組織形成率與再分化率之關係

Table 8: Relationship between the frequencies of callus formation and callus regeneration.

Item	Tainan 5		Taichung 65	
Callus-induced media	% Anther forming callus	% Callus forming normal plantlet	% Anther forming callus	% Callus forming normal plantlet
MW_6	8.53	50.00	3.75	33.33
MS_3	6.94	64.29	4.88	62.50
MS_6	19.34	34.37	5.92	20.00
MS_9	6.03	40.21	1.01	50.00

Callus-regenerated medium: MS+15% coconut milk

(E) 椰子汁對再分化的影響：椰子汁乃一種奇特之物質，在組織培養中佔重要地位，對再分化有促進作用。在本文中水稻花藥癒合組織再分化過程中，不含椰子汁的培養基反而有利於癒合組織的再分化，且分化成綠苗數亦有增加現象（表九），然有例外。

酵母抽出液（Yeast extract）、肌醇（Inositol）及硫酸腺膘呤（Adenine sulfate）的含量、有無亦曾加以探討，然因樣本太少，無具體結果，惟部分顯示它們並無促進作用。

表九、椰子汁對癒合組織再分化率之影響

Table 9: Effect of coconut milk on callus regeneration in rice anther culture.

Varieties	Coconut milk	No. of incubated callus	% Callus forming plantlet	
			Normal plantlet	Albino plantlet
Tainan 5	+ CM	160	47.50	15.00
	− CM	20	60.00	10.00
Kabara	+ CM	41	0	39.02
	− CM	12	25.00	25.00
F_1, Chianung-sen 11× Tainung 61	+ CM	20	5.00	30.00
	− CM	21	4.76	57.14
F_1, IR-2×Kabara	+ CM	14	14.29	21.43
	− CM	39	10.26	38.46

-CM: Without coconut milk

（三）移栽室外的植株成活率可達80%以上，經由根尖檢查約有 $\frac{1}{3}$ 植株為單元體，$\frac{1}{3}$ 為二元體，亦有三、四元體之存在。詳細資料仍在整理中，農藝性狀亦有初步成果，尚在整理。

圖四、水稻花藥之癒合組織

Fig. 4: Callus formation in the rice anther culture.

圖五、水稻花藥癒合組織再分化所成之植株（綠苗）

Fig. 5: Plantlet from callus organogenesis growth in the test tube.

討　　論

水稻花粉發育成單元體，須先逆分化成癒合組織，再由癒合組織再分化成小植株[13]，此與蔓陀蘿[2]、菸草[18]之花粉發育成植株之過程有所不同。最適合於花粉發育之時期是單核中期；而菸草是單核後期[18]；蔓陀蘿[3,4]需採取成熟的花粉才能發育成單元性胚狀體；番茄[1]之花粉則需處於Metaphase I，故培養花粉的最適時期常隨種類而異。

Auxin 對逆分化具有觸發作用，其中以 2,4—D 效果最佳，據多方面的報導均顯示 2,4—D 的重要性[19,25,27]。Oono (1975) 言水稻在 2,4—D、NAA、Kinetin 濃度均在 10^{-5}M 下，所誘導出的癒合組織形成頻率最高 (10.3%)；然在吾人實驗中，只需加以 5ppm NAA 及 2.5ppm Kinetin 所得之形成頻率高達20.2%，如改以 2,4—D 替代 NAA，所得的形成頻率反而降低，故水稻花藥癒合組織的誘導過程中，2,4—D 並非必需品。

癒合組織的形成頻率隨品種及雜交第一子代而有很大差異。Iyer[6] 培養15種印度型水稻，只有 4 種成功，且形成頻率是 5.51～2.94 %；Niizeki[12] 培養10種日本型稻亦誘導出 6 種，形成頻率是 2.94～0.46%；澳州 Myint和 de Fossard[10] 培養 6 種水稻，其頻率是0.21～2.20%；Oono[19] 從事培養基的改良，頻率最高可達13.5%；然在本報告中，從事四十餘種水稻品種、品系及雜交第一子代花藥培養，可誘出38種，其中日本型稻由0.50～20.21%；印度型稻由 0～13.54 %；雜交第一子代的花藥癒合組織形成頻率均較親本高 (圖二)。由此水稻花藥培養以育成植株之技術極可應用於雜交育種上，不但可以縮短育種時間，尚可提高選拔效率。

Oono[19] 曾謂培養基之種類對癒合組織之形成無多大影響，然在本報告中，日本型稻在 MS 培養基培養最佳；印度型稻則適合於 ML；雜交第一子代的花藥視親本而加以選擇。蔗糖影響培養基的滲透壓，在癒合組織誘導過程中所需蔗糖濃度以 6 %最爲理想，3 %或 9 %之蔗糖均不利於花藥的培養，而 Oono[19] 則以含有 3 %蔗糖的培養基效果最好。甘露密醇 (mannitol) 雖有調節滲透壓的功效，然無法取代蔗糖。有機附加物對花粉癒合組織形成頻率的影響[14] 亦爲目前所注意，如椰子汁、酵母抽出液等，然在吾人實驗中無法證明它能促進癒合組織的形成。

蔓陀蘿、番茄及菸草經低溫處理後的花粉形成不定胚的頻率顯著增加，然亦有若干學者未能得到相同的結果。水稻花藥經由 5°、10°C 處理一日，均無法促進癒合組織的形成。15°C 處理一日者，似有促進的跡象，尤以二期作爲顯著，故推測二期稻如以 15～20°C 處理，則有可能促進癒合組織的形成，以補救二期水稻花藥癒合組織形成率的低微。

癒合組織年齡的大小與再分化率之關係密切[15]，如經由繼代培養或30日以上水稻花藥癒合組織的再分化率降低，且提高白苗形成的可能性，此與他種作物 (甘蔗、馬鈴薯) 的情形相似。

癒合組織再分化成植株的百分率由30～80%不等，然印度型及雜交第一子代的花藥癒合組織在分化過程中常有白苗之出現，幾占分化率的 $\frac{1}{3}$，其原因甚多，推測是葉綠素形成過程中某一步驟受阻，基因或細胞質發生變異及外界光度不足等，今後將針對此等原因加以探討，以期水稻花藥單元體育種更能廣泛地有效地加以應用。

參　考　文　獻

1. Gresshoff, P., and C. H. Doy. 1972. Development and Differentiation of Haploid *Lycopersicon esculentum* (Tomato). Planta 107 : 161—170.
2. Guha, S., and S. C. Maheshwari. 1964. In Vitro Production of Embryos from Anthers of Datura. Nature 204 : 489.
3. Guha, S., and S. C. Maheshwari. 1966. Cell Division and Differentiation of Embryos in the Pollen Grains of Datura in Vitro. Nature 212 : 97—98.

4. Guha-Mukherjee, S. 1973. Genotypic Differences in the Vitro Formation of Embryoids from Rice Pollen. J. Exp. Bot. 24 : 139—144.

5. Hildebrandt, A. C., and J. Riker, B. M. Duggar. 1964. The Influence of the Composition of the Medium on Growth in Vitro of Excised Tobacco and Sunflower Tissue Culture. Amer. J. Bot. 33 : 591—97.

6. Iyer, R. D., and S. K. Rainz. 1972. The Early Ontogeny of Embryoids and Callus from Pollen and Subsequent Organogenesis in Anther Cultures of *Datura metel* and Rice. Planta 104 : 146—56.

7. Miller, C. O. 1963. Kinetin and Kinetin-like Compounds. Morderne Methoden der Pflenzenanalyse, Berlin. Band 6 : 194—202.

8. Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Culture. Physiol. Plant 15 : 473—96.

9. Murashige, T., and R. Nakano. 1965. Morphogenetic Behavior of Tobacco Tissue Cultures and Implication of Plant Senescence. Amer. J. Bot. 52 : 819—27.

10. Myint, A., and de Fossard, R. A. 1974. International Symposium Haploid in Higher Plant Advances and Potential.

11. Nei, M. 1963. The Efficiency of Haploid Method of Plant Breeding. Heredity 18 : 95—100.

12. Niizeki, H., and K. Oono. 1968. Induction of Haploid Rice Plant from Anther Culture. Pro. Japan. Acad. 44 : 554—57.

13. Niizeki, H., and K. Oono. 1971. Rice Plants Obtained by Anther Culture. In: Les Culture de Plants. Collogues Internationaux du C. N. R. S. No. 193. Paris. pp. 251—257.

14. Niizeki, H., and W. F. Grant. 1971. Callus, Plantlet Formation, and Polyploidy from Cultured Anthers of Lotus and Micotiana. Can. J. Bot. 49 : 2041—51.

15. Nishi, T., Y. Yamada, and E. Takahashi. 1968. Organ Redifferentiation and Plant Res toration in Rice Callus. Nature 219 : 508—09.

16. Nishi, T., and S. Mitsuoka. 1969. Occurence of Various Ploidy Plants from Anther and Ovary Culture of Rice Plant. Japan. J. Genetics 44 : 341—46.

17. Nitsch, J. P. 1969. Experimental Androgenesis in Nicotiana. Phytomorphology 10 : 339—344.

18. Nitsch, J. P., and C. Nitsch. 1969. Haploid Plants from Pollen Grains. Science 163 : 85—87.

19. Oono, K. 1975. Production of Haploid Plants of Rice (*Oryza sativa*)by Anther Culture and Their Use for Breeding. 農業技術研究所報告 D,第26號 139—222.

20. Pelletier, G., and Y. Henry. 1974. Haploid Information Service No. 10. pp. 5—8.

21. Sunderland, N., and F. M. Wicks. 1969. Cultivation of Haploid Plants from Tobacco Pollen. Nature 224 : 1227—29.

22. Sunderland, N., and F. M. Wicks. 1971. Embryoid Formation in Pollen Grains of *Nicotiana tabacum*. J. Exp. Bot. 22 : 213—16.

23. Sunderland, N. 1973. Pollen and Anther Culture. In: Plant Tissue and Cell Culture. (H. E. Street, Ed.) pp. 205—39.

24. Tanaka, M., and K. Nakata. 1969. Tobacco Plants Obtained by Anther Culture and the Experiment to Get Diploid Seed from Haploids. Japan. J. Genetics 44 : 47—54.

25. Wang, P. J., and B. K. Chua. 1972. Induction of Callus from Stem Section of *Cryptomeria japonica*. Bot. Bull. Acad. Sinica 13 : 118—120.

26. Wernicke, W., and H. W. Kohlenback. 1974. Haploid Information Service. No. 10. pp. 13—16.

27. Winton, L. L. 1970. Shoot and Tree Production from Aspen Tissue Cultures. Amer. J. Bot. 57 : 904—909.

PRODUCTION OF RICE PLANTLETS BY ANTHER CULTURE

by

Shung-ching Tsai Ming-hwa Lin

Summary

Anthers of 42 varieties and F_1 hybrids of rice (*Oryza sativa* L.) were culture on synthetic medium. Calluses were successfully induced from pollens and the number of anther which could produce calluses ranged from 0 to 20. 21%. Callus-formation rates were different among varieties and hybrids in the order of *Japonica* varieties > F_1 Hybrid > *Indica* varieties. Basic media used for anther culture were developed by Miller (ML), Murashige and Skoog (MS) and modified White medium. These media contain 5ppm NAA, 2.5ppm Kinetin, 15% Coconut milk and 6% Sucrose. The MS medium was useful to *Japonica* varieties and ML medium was apt to *Indica* varieties. Concentration of sucrose was an important factor for callus induction. Sucrose concentrations higher or lower than 6% would decrease the induction frequency. It is impossible to substitute mannitol for sucrose. Anther treated with low temperatures can not produced calluses with higher frequencies, except Kabara. The callus-formation rate of the 2nd crop of rice was far lower than that of 1st crop.

After the calluses were transferred to MS medium containing 0.5ppm NAA, 4 ppm Kinetin, 40ppm Adenine sulfate, 15% Coconut milk and 3% Sucrose, plantlets regenerated in 2-4 weeks. The range of regenerative rates was from 30 to 80%. Potentially of regeneration of plantlets from pollen calluses was found to be related with callus age, varieties and rice crop season. The 10-day-old calluses were most optimal, older or younger calluses would decrease the regenerative frequency and produce more albino plantlets. The coconut milk was not essencial for plantlet regeneration.

水稻數量性狀在不同栽培環境下之變異及遺傳變異之研究[1]

張　德　梅[2]

摘要　爲明瞭水稻五種數量性狀在不同栽培密度及氮肥量環境下之變異及遺傳變異情形，利用臺南3號（穗數型）與嘉農 242號（穗重型）品種及其雜交後裔第二代爲材料，進行試驗。

統計結果顯示，此五種性狀在親本及 F_2 族羣中，對環境的反應很大。密植（S_2）對穗數型、穗重型品種及其 F_2 集團之株高、穗數、穗重及一穗粒數有負的影響，例如株高減少3～5公分；穗數減少5～6支，及一穗粒數減少 450～650粒。增肥（N_2）可使株高顯著增加4～9公分外，其他性狀變化均不顯著。

各性狀之遺傳率均隨栽培環境而有不同程度的表現，除穗數外，均以普肥、普植區最高，例如株高31%，穗重55%及一穗粒數26%，表示在此環境下進行選拔較爲有效；反之，穗數在增肥、密植環境下之遺傳率爲50%，表示穗數型品種在此環境下選拔效果較好。

各性狀間之各種相關係數均極顯著，以表現型相關係數最高，不同栽培環境之影響使相關係數有不同程度之表現。

前　言

本省第二期作水稻產量低於第一期作是近十多年來農業研究的主要問題之一，邱再發等氏（1960,1961,1962,1963）之研究結果顯示，其原因不外乎爲氣象、水稻生理及栽培等因素。鄔宏潘等氏（1975）認爲土地休閒之長短及前作稻根留置與否，對產量並無多大影響；而氣象因素則影響植株的生長及產量構成性狀的分化與發育，但其程度與受到影響的性狀，則因栽培地區及品種而異。一般而言，影響第二期作產量最主要之性狀是穗數的減少（謝1966,鄔1975），因此，育成穗數型品種爲提高第二期作稻產量的方法之一。稻產量之高低受穗數多少之影響外，又受其他產量構成要素如穗重、一穗粒數及千粒重所影響，從而在育種過程中，探討各種農藝性狀之相關與遺傳行爲，作爲雜交後裔之有效選拔標準甚爲重要。

稻遺傳率及遺傳相關之研究，近年來報告甚多（Bollich, 1957; Toriyama and Futsuhara, 1958; Nei, 1960; Futsuhara et al, 1965），但研究所得數值，因栽培密度之不同而異（Kariya and Yamamoto, 1963; Sakamoto et al, 1963; Chang, 1964）；同時亦因栽培時間之不同而變化（Akemine and Kumagai, 1958），因此對於雜交後代，有在不同環境下測定上述各種數值之必要。

本研究之目的爲於二期作中，在不同栽培環境下測定水稻主要產量構成性狀（如穗數及穗重）之環境變異及遺傳變異，以供稻育種選拔親本之依據。

材料與方法

穗數型稉稻臺南3號（P_1）與穗重型稉稻嘉農 242號（P_2）及其雜交第二代（F_2）爲本試驗所用之材料。將供試材料在兩種肥料量（N_1：P_2O_5：K_2O＝80：60：80 kg/ha 及 N_2：P_2O_5：K_2O＝120：60：80 kg/ha）；兩種栽培密度（S_1＝22.5×22.5 Cm；S_2＝22.5×11.25 Cm）下栽培，共有

本研究承國家科學委員會之獎助，文成又蒙本所農藝系主任謝順景博士及劉大江博士詳予斧正，謹誌謝忱。

1.試驗報告農試字第七九五號　　2.臺灣省農業試驗所技佐

四種處理（N_1S_1＝ 普肥普植區；N_1S_2＝普肥密植區 ； N_2S_1＝增肥普植區 ； N_2S_2＝增肥密植區），單本植於田間，每行10株（行數以材料多少而定），於成熟時調查株高及穗數、穗長、穗重及一穗粒數等性狀，收穫後在室內調查，將調查所得的資料統計其結果，分別求出各性狀在不同栽培環境下之變方、頻度分佈、遺傳率（%）、效應、遺傳和環境等之相關關係。估計與分析方法如下：

1.變方： $$S^2=\frac{\Sigma fi(xi)^2-\frac{(\Sigma fixi)^2}{\Sigma fi}}{\Sigma fi-1}$$

xi 爲各性狀之變數

fi 爲各性狀之變數所出現之頻度

2.效應： $S_2-S_1=\frac{1}{2}(N_2S_2+N_1S_2)-\frac{1}{2}(N_2S_1+N_1S_1)$

$N_2-N_1=\frac{1}{2}(N_2S_2+N_2S_1)-\frac{1}{2}(N_1S_2+N_1S_1)$

$NS=\frac{1}{2}(N_2S_2+N_1S_1)-\frac{1}{2}(N_1S_2+N_2S_1)$

3.遺傳率（%）： $h^2=\frac{V_{F2}-V_E}{V_{F2}}$，$V_E=\frac{1}{2}(V_{P1}+V_{P2})$

V_{F2} 爲 F_2 總變方， V_E 爲環境變方，係 V_{P1} 第一親本總變方和 V_{P2} 第二親本總變方兩者之平均值

4.表現型、遺傳及環境相關：

$$r_P=\frac{Cov、xy_{F2}}{\sqrt{Vx_{F2}、Vy_{F2}}}$$

$$r_G=\frac{Cov、xy_{F2}-Cov、xy_E}{\sqrt{(Vx_{F2}-Vx_E)(Vy_{F2}-Vy_E)}}$$

$$r_E=\frac{Cov、xy_E}{\sqrt{Vx_E、Vy_E}}$$

r_P 爲表現型相關係數，r_G 爲遺傳相關係數，r_E 爲環境相關係數。Cov、xy_{F2} 爲 F_2 之 x 與 y 兩性狀之共變方（Covariance）。Vx_{F2} 爲 F_2 之 x 性狀變方（Variance），Vy_{F2} 爲 F_2 之 y 性狀變方。Cov、$xy_E=\frac{1}{2}$(Cov、xy_{P1}+Cov、xy_{P2})，其中 Cov、xy_{P1} 和 Cov、xy_{P2} 各爲 P_1 及 P_2 之 x 與 y 兩性狀之共變方。$Vx_E=\frac{1}{2}(Vx_{P1}+Vx_{P2})$，其中 Vx_{P1} 和 Vx_{P2} 各爲 P_1 和 P_2 之 x 性狀之變方。$Vy_E=\frac{1}{2}(Vy_{P1}+Vy_{P2})$，其中 Vy_{P1} 和 Vy_{P2} 各爲 P_1 和 P_2 之 y 性狀之變方。

試 驗 結 果

一、水稻各數量性狀在不同栽培環境下之環境變異

1.不同栽培環境對水稻親本與第二代重要農藝性狀之影響 （1）株高 不同栽培環境下株高之平均值、變方及頻度分佈列於表 1。由表 1.可以看出，增肥對於嘉農242號（P_2）與 F_2 的株高影響較大，二者之株高分別增加7.5公分及 3 公分，但對臺南 3 號（P_1）的影響較小。由此結果可知，施肥效果常因品種不同而異。施肥量與栽培密度連應時影響株高很大，普肥、密植可使株高減低，增肥、密植可使株高增高，雖因栽培環境的影響使平均值之變域增大（P_1 爲71.2公分～79.5公分；P_2 爲75公分～86.8公分；F_2 爲75.9公分～88.30公分），但因兩親本株高相差不太大，所得的頻度分佈，無明顯的分界點而成爲連續變異，是爲數量性狀的特性。

表1. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）株高之影響

Table 1. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the plant height of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	株高（cm）											合計	$\bar{x}$	S^2
		55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105			
N_1S_1	P_1	—	—	2	9	11	12	10	3	1	2	—	50	79.20	64.65
	F_2	—	1	5	8	16	16	19	12	7	5	—	89	81.85	87.15
	P_2	—	—	2	3	16	7	6	5	—	1	—	40	79.00	55.38
N_1S_2	P_1	2	4	12	7	12	10	2	—	—	—	—	49	71.22	58.89
	F_2	—	4	6	12	15	17	12	—	2	—	—	68	75.96	62.13
	P_2	—	3	4	5	14	8	4	2	—	—	—	40	75.00	57.69
N_2S_1	P_1	—	—	1	5	15	13	10	5	1	—	—	50	79.50	42.09
	F_2	—	—	—	1	13	8	17	18	16	15	—	88	88.30	71.20
	P_2	—	—	—	2	5	7	10	14	10	1	1	50	86.80	59.96
N_2S_2	P_1	—	1	3	9	9	9	7	8	4	—	—	50	79.50	82.91
	F_2	—	—	2	4	8	13	7	14	10	2	—	60	84.25	77.82
	P_2	—	—	—	1	3	6	5	11	4	—	—	30	85.67	46.09

（2）穗長　由表2.可知隨栽培環境之不同平均穗長之變域很大，P_1 爲18～20公分；P_2 爲16～19公分；F_2 爲16～19公分。兩親及 F_2 均有相同之特性，即在普肥、密植（N_1S_2）之環境下，穗長減少，增肥、普植（N_2S_1）之環境下，穗長增加；F_2 在四種不同環境下栽培，其穗長均未超出兩親本，其中以增肥、普植之環境下，較其他各處理增加１～３公分左右，但株高亦較其他各處理增加４～13公分（表1.），故希望得到矮株長穗之品種，在改變栽培環境之條件下進行品種選拔比較困難，只有從育種上着手。

表2. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）穗長之影響

Table 2. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the panicle length of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	穗長（cm） 13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	合計	x̄	S^2
N_1S_1	P_1	—	—	1	—	1	4	11	12	8	8	3	2	50	20.28	3.18
	F_2	—	—	4	3	10	30	21	12	3	3	3	—	89	18.60	2.79
	P_2	—	—	4	5	4	10	13	4	—	—	—	—	40	17.87	2.26
N_1S_2	P_1	—	—	3	2	9	14	8	3	7	2	1	—	49	18.53	3.53
	F_2	—	—	14	15	22	7	7	1	2	—	—	—	68	16.84	2.17
	P_2	1	1	10	12	4	7	5	—	—	—	—	—	40	16.45	2.36
N_2S_1	P_1	1	—	2	1	1	4	8	12	10	7	4	—	50	19.92	4.52
	F_2	—	—	1	1	8	13	25	23	9	6	2	—	88	19.35	2.35
	P_2	—	—	—	2	3	6	16	14	4	5	—	—	50	19.38	2.12
N_2S_2	P_1	—	—	1	1	3	7	11	11	12	2	—	2	50	19.62	3.10
	F_2	—	—	5	6	9	11	17	7	3	2	—	—	60	18.20	3.04
	P_2	—	1	2	9	4	2	4	3	4	1	—	—	30	17.80	4.86

（3）穗數　穗數受施肥量之影響較小，受栽培密度之影響爲大，密植區（N_1S_2 及 N_2S_2）條件下，雙親及 F_2 之平均穗數減少一倍以上（表3）；頻度分佈隨栽培環境而異，分散變域廣，而無明顯的分界點，並成常態分佈，如選拔品系時在增肥、普植（N_2S_1）條件下比較有效。

表3. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）穗數之影響

Table 3. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the panicle number of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	穗數 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	合計	x̄	S^2
N_1S_1	P_1	—	—	—	—	2	2	1	1	4	3	10	8	10	3	3	2	—	1	—	—	—	—	49	12.78	4.47
	F_2	—	—	—	1	—	2	5	8	6	12	12	13	9	12	5	2	1	—	1	—	—	—	89	12.29	7.57
	P_2	1	—	—	—	3	4	6	3	8	9	2	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	40	9.58	6.76
N_1S_2	P_1	—	—	—	5	8	5	11	5	5	3	3	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	49	8.27	6.99
	F_2	—	5	6	7	5	13	6	12	7	4	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	7.40	6.51
	P_2	—	3	8	10	12	3	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	5.53	2.82
N_2S_1	P_1	—		—	—	—	—	1	2	—	1	1	4	—	8	10	7	3	6	1	2	3	1	50	16.40	11.22
	F_2	—	—	—	—	—	1	1	5	3	6	2	13	18	12	10	6	7	1	2	—	1	—	88	14.20	8.14
	P_2	—	1	2	—	—	—	3	4	5	4	9	4	4	4	5	1	2	—	1	—	—	1	50	12.36	15.34
N_2S_2	P_1	—	1	2	1	4	4	14	7	5	3	4	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	50	8.88	7.13
	F_2	—	3	4	10	6	11	6	4	2	6	5	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	60	7.73	10.11
	P_2	—	1	2	7	7	5	4	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	6.40	2.87

（4）平均一穗重量　由表 4.可知，嘉農242號品種原爲穗重型，但在本試驗中，其平均穗重較臺南 3 號品種輕 1 克左右，因臺南 3 號雖爲穗數型（平均穗數：臺南 3 號爲14支；嘉農242號爲 10支），但穗長並不比嘉農242號短，反而長 1 公分左右（臺南 3 號平均爲19公分；嘉農242號平均爲18公分），因此臺南 3 號之穗重較重，但在密植環境下，各品種均減輕 1～2 克，如要穗重增加，在普植環境下栽培比較好，而施肥量對穗重之影響與穗數相同，影響較小。

表4.　不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）穗重之影響

Table 4. Effect of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the panicle weight of F_2 population of Tainan No. 3×Chianung No. 242

處理	品種	平均一穗穗重 (g)																	合計	$\bar{x}$	S^2
		0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	8	9	10			
N_1S_1	P_1	—	1	5	1	8	4	10	6	7	4	2	1	—	1	—	—	—	50	3.54	1.63
	F_2	3	—	6	4	20	14	12	7	8	5	4	2	1	2	1	—	—	89	3.42	2.12
	P_2	2	3	4	4	13	7	4	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	40	2.46	0.24
N_1S_2	P_1	22	3	10	9	2	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	1.30	0.86
	F_2	21	6	14	12	8	2	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	68	1.57	0.97
	P_2	24	5	7	1	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	0.99	0.66
N_2S_1	P_1	—	1	3	2	9	6	7	10	3	4	1	4	—	—	—	—	—	50	3.55	1.56
	F_2	—	—	2	6	10	14	11	17	8	6	6	3	1	1	1	1	1	88	3.93	2.31
	P_2	4	2	5	5	9	8	7	3	2	—	3	2	—	—	—	—	—	50	3.84	1.96
N_2S_2	P_1	13	6	14	10	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	1.44	0.23
	F_2	15	3	14	15	4	5	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	60	1.73	1.11
	P_2	8	3	5	4	1	5	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	1.85	1.42

（5）一穗粒數　由表5. 可明顯看出，密植對雙親及第二代之一穗粒數均減少一倍以上，增肥對一穗粒數增加之效果很小。雜交第二代在任何環境下栽培，均高出最低親本很多，用有效因子數目估計結果，顯示 N_1S_1 爲0.66對；N_2S_2 爲2.93對，其他兩處理因親本變異過大，無法求出，但大致可認定一穗粒數受 1～2 對顯性因子支配，因此，選拔品系在 F_2 代進行即有效果。

表5. 不同栽植密度與氮肥量對稻雜交集團（F_2）一穗粒數之影響

Table 5. Effects of different planting densities and nitrogen fertilizer levels on the number of grain per panicle of F_2 population of Tainan No. 3 ×Chianung No. 242

處理	品種	一穗粒數												合計	$\bar{x}$	S^2
		100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200			
N_1S_1	P_1	—	—	1	5	3	11	17	9	3	1	—	—	50	1128.00	87771.43
	F_2	—	—	3	9	16	26	20	7	7	1	—	—	89	1035.96	92328.91
	P_2	—	1	3	10	15	9	2	—	—	—	—	—	40	770.00	48307.69
N_1S_2	P_1	1	—	22	18	5	1	1	1	—	—	—	—	49	557.14	50000.00
	F_2	—	10	30	19	9	—	—	—	—	—	—	—	68	479.41	32405.62
	P_2	—	19	18	3	—	—	—	—	—	—	—	—	40	320.00	16000.00
N_2S_1	P_1	—	—	—	3	3	11	5	17	7	1	2	1	50	1284.00	124228.57
	F_2	—	—	—	6	11	17	26	17	9	1	1	—	88	1165.91	87560.08
	P_2	—	2	7	8	12	15	1	4	—	—	1	—	50	828.00	117567.35
N_2S_2	P_1	—	5	15	20	8	1	1	—	—	—	—	—	50	552.00	87444.90
	F_2	—	7	23	16	9	4	1	—	—	—	—	—	60	543.33	54361.58
	P_2	—	7	16	7	—	—	—	—	—	—	—	—	30	400.00	19310.34

臺南 3 號品種，在任何環境下栽培，其一穗粒數均較嘉農242號品種多出 137～350粒以上，此可解釋爲何穗數型品種臺南 3 號之穗重較穗重型品種嘉農242號爲重（表 4 ）。

2.不同栽植密度與肥料量對水稻各數量性狀之效應

表6. 水稻五種數量性狀在不同栽植環境下之效應

Table 6. Changes of five characters of P_1, P_2, and F_2 populations under different treatments as indicated by mean differences

效應	品種	株高（公分）	穗長（公分）	穗數	穗重（克）	一穗粒數
S_2—S_1	P_1	−3.990*	−1.025	−6.015**	−2.175**	−651.430**
	F_2	−4.970**	−1.455*	−5.680**	−2.025**	−589.565**
	P_2	−2.565**	−1.500	−5.005**	−1.230**	−439.000**
N_2—N_1	P_1	4.290*	0.365	2.115	0.075	75.400
	F_2	2.370	1.055*	1.120	0.335	96.935
	P_2	9.235**	1.430	1.825	0.620	69.000
NS	P_1	3.990	0.725	−1.505	0.063	−805.570**
	F_2	0.920	0.305	0.165	−0.175	− 33.015
	P_2	1.435	−0.080	−0.955	0.240	11.000

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

密植區之效應（S_2—S_1），對上述五種農藝性狀均有不同程度之減少（表6.），其中株高減低爲好的效果外，其餘四種性狀則有不利之影響，如穗數減少5～6支；穗重減少1～2克；一穗粒數減少450～650粒，因此導致產量降低。

增肥區之效應（N_2—N_1），對株高增加之效果顯著外，其餘各性狀之效應均不顯著。

相互效應（NS），除對 P_1（臺南3號）之株高及一穗粒數顯著外，對 P_2（嘉農242號）及 F_2之各性狀均不顯著。

二、水稻數量性狀在不同栽培環境下之遺傳變異

1.遺傳率（%）之變異　如緒言所述，遺傳率之高低受環境影響而變化，並常受親本變異大小之影響，兩親本性狀差異不大時，第二代之變異不大，遺傳率亦很低。一般而言，遺傳率值愈大，所受環境之影響愈小，可以從表現型推定其因子型而不致有很大的差異，故選拔效果亦愈大；反之，遺傳率值小者，縱使其表現型優越，選拔結果是否能保持優越性仍是一大疑問，故其選拔效果是有限的。又遺傳率值大之性狀可在第二代分離，早期世代即行選拔，選拔個體可以較少；而遺傳率值小者，須避免早期世代選拔，且選拔之個體要多。

表7.　水稻五種數量性狀在不同栽培環境下之遺傳率（%）

Table 7. Heritability values for 5 traits of F_2 plants at four different environmental conditions.

處　理	株　高（公分）	穗　長（公分）	穗　數	穗　重（克）	一穗粒數
N_1 S_1	31.13	2.51	25.76	55.66	26.31
N_1 S_2	6.18	— 36.41	24.58	21.65	— 1.83
N_2 S_1	28.33	— 41.28	— 63.14	23.81	— 38.07
N_2 S_2	17.12	— 30.92	50.54	25.23	1.81

由表7顯示，栽培環境不同，遺傳率有不同程度的表現，如果希望得到較正確的遺傳率，應在普肥、普植區環境（標準環境）下栽培較好。五種農藝性狀中，株高之遺傳率（最高31.13%）因兩親本株高相差不大，比較前報所得82.57%爲低（張1970）。除穗長遺傳率（最高2.51%）較低外，穗數（最高50%）及穗重（最高55.65%）均有較高之遺傳率，因此可知，穗數及穗重可在早期世代進行選拔。

2.遺傳相關之變異　各性狀之相關係數與遺傳率之情形相同，受環境之影響很大，不同栽培環境下相關係數有不同程度的出現，大部分遺傳型的相關係數，因親本品種的變異過大，而使分母爲負值，無法求出相關係數。由表8顯示，株高與一穗粒數、穗數及穗重等之遺傳相關係數均極顯著，而表現型相關係數比遺傳型相關係數高，又以普肥、普植區爲最高，其中以株高與穗長；穗長與穗重；穗重與一穗粒數之相關係數最高。環境相關係數亦有不同程度的表現，其中以穗數與穗重及穗重與一穗粒數間之相關關係最爲顯著。以上各項相關係數以遺傳相關係數最重要，遺傳相關係數大的數量性狀，可作爲選拔指標，提高選拔效果，尤其表現型相關已顯著而遺傳相關亦顯著者，可獲得更明顯之高度選拔效果。

表8. 水稻五種數量性狀間之表現型、遺傳及環境等相關關係

Table 8. Genotypic (rG), phenotypic (rP), and environmental (rE) correlations between 5 agronomic traits of F_2 plants grown under different environmental conditions

處理 / 相關係數 / 相關性狀	N_1 S_1		N_1 S_2		N_2 S_1		N_2 S_2		
	rG	rP	rG	rP	rG	rP	rG	rP	rE
株高與穗長	—	.651**	—	.051*	—	.250**	—	.560**	.400**
株高與穗數	.153**	.278**	.796**	.288**	—	.103**	.127**	.241**	.258**
株高與穗重	—	.674**	—	.172**	.833**	.411**	—	.536**	.312**
株高與一穗粒數	.995**	.511**	—	.159**	—	.203**	—	.447**	.226**
穗長與穗數	.307**	.321**	—	.374**	−.300**	.167*	—	.193*	.322**
穗長與穗重	—	.798**	.188*	.716**	—	.463**	—	.403**	.514**
穗長與一穗粒數	—	.575**	—	.516**	−.821**	.401**	—	.478**	.443**
穗數與穗重	—	.385**	—	.458**	—	.485**	—	.677**	.528**
穗數與一穗粒數	—	.372**	—	.541**	− .207*	.668**	.335**	.464**	.650**
穗重與一穗粒數	.289**	.687**	−.010	.805**	—	.723**	—	.612**	.709**

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

討　論

二期作水稻產量較一期作爲低之原因很多，除受氣象因子影響外，亦受不同栽培方法之影響。氣象因子不能以人爲方法加以改變，只有從栽培及育種方面著手。目前臺灣各地正在推廣增肥密植法以提高稻米產量，因而雜交後代在增肥密植環境下，各農藝性狀變化情形、其遺傳率及遺傳相關又如何變化等，在育種上爲極具重要性之問題，實有深入探討之必要。

本研究結果得知，在密植（S_2）情況下，無論穗數型、穗重型品種及其 F_2 集團對株高、穗數、穗重及一穗粒數各性狀都有負的影響。增肥（N_2）可使株高顯著增加（4－9 公分），密植則使株高減低 3－5 公分，此與張萬來氏（1966，1967）報告株高隨栽培密度之增加而遞減之結果相同。雖然密植可導致穗數及一穗粒數之減少，但單位面積之總穗數及總粒數增加，因此單位面積產量則可以提高很多（謝，未發表）。在密植增肥下能否選出適應於該環境的品種，需視在該環境下各性狀之遺傳率及遺傳相關之大小而定。在本研究中，穗數在增肥密植下之遺傳率較高（50%），表示穗數在此環境下之選拔效果較大；又穗數之減少常被認爲是影響二期作稻減產之主要原因（鄔，1975；林、陳 1976）。因此欲育成適應於二期作栽培之穗數型品種，則在密植增肥環境下選拔比較有效。穗重與一穗粒數在普肥普植下之遺傳率分別爲 55%及 26%，表示穗重型品種在此環境下有較高之選拔效果。株高之遺傳率與過去之研究報告（張，1970、1971、1974）比較顯著較低，此由於 F_2 株高變異不大，而親本之變異反大之故；寬植區（S_1）比密植區（S_2）遺傳率較高，表示在寬植環境下對株高之選拔效果較大。由於栽培環境不同，各性狀之遺傳率有負值出現，可能由於 P_1 及 P_2 受環境之影響，變異過大所致，詳細原因尚待進一步研究。

參 考 文 獻

1. Akemine, H. and K. Kumagai, 1958. Variation and combination of characters in a cross between widely differing varieties of rice. Studies on the Bulk Method of Plant Breeding. Yokendo Ltd., Tokyo.
2. Bollich, C. N. 1957. Inheritance of several economic quantitative characters in rice. Diss. Abs. 17 : 1638.
3. Chang, W. L. 1964. Influence of planting methods on the variability and correlations of agronomic characters in the F_2 populations of a *Japonica* rice cross. Jour. Taiwan Agr. Res. 13 (3) : 1—13.
4. Chiu, T. F., S. Lian, and S. C. Hsu. 1960. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 1). Effects of temperature on nutrient absorption by rice plants. J. Taiwan Agri. Res. 9 (4) : 1—15.
5. Chiu, T. F. , S. Lian , and S. C. Hsu. 1961. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 2). Nutrient absorption by japonica and indica varieties of rice in relation to temperature. J. Taiwan Agri. Res. 10 (1) : 7—20.
6. Chiu, T. F. , T. L. Lee, and S. C. Hsu. 1962. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 3). Nutrient absorption of rice plants in Pingtung and Taipei soils with and without compost under different temperatures. J. Taiwan Agri. Res. 11(1) : 1—10.
7. Chiu, T. F. , T. L. Lee, B. L. Tran, and S. M. Lin. 1963. Studies on nutrient absorption by rice plants in Taiwan. (Part 4) . Comparative study on rice nutrient in the first and second crops in some paddy fields. J. Taiwan Agri. Res. 12 (4) : 1—14.
8. Futsuhara, Y. K. Toriyama and S. Hashiguchi. 1965. Evaluation of visual selection in rice. I. Path coefficient analysis of factors influencing visual selection. Jap. J. Breeding 15 (4) : 271—280.
9. Kariya, K. and T. Yamamoto. 1963. Planting density and selection method in rice plant. Jap. J. Breeding. 13 (1) : 25—30.
10. Nei, M. 1960. Studies on the application of biometrical genetics to plant breeding. Mem. Col. Agr., Kyoto. U. 82: 1—100.
11. Sakamoto, S., T. Yamamoto, and K. Toriyama. 1963. Effect of planting density on genetic constitution of hybrid population in rice. Bull. Chugoko Agr. Exp. Sta. 9: 9—16.
12. Toriyama, K. and Y. Futsuhara. 1958. Estimates of heritabilities on individuals and lines in rice. Jap. J. Breeding. 7: 208—212.
13. 鄔宏潘等 1975 第二期稻作低產原因之探討 科學發展月刊 第三卷 第十期 5—37。
14. 張德梅 1970 半矮稻遺傳之研究 農業研究 第十九卷 第四期 1—10。
15. 張萬來、楊遊謙 1966 水稻肥料分施與栽培密度對產量、產量構成因子及其他主要農藝性狀之效果（三）。農業研究 第十五卷 第一期 1—8。
16. 張萬來 1967 栽植密度影響水稻雜交第二代後裔重要農藝性狀遺傳力及相關之研究 農業研究 第十六卷 第二期14—21。
17. 王茂康 1965 水稻數量性狀遺傳之研究 農業研究 第十四卷 第四期 11—18。
18. 謝全份、高樹、江忠 1966 水稻不同栽植密度肥料量及栽植方式對產量之影響 農業研究 第十五卷 第四期 7—22。
19. 張德梅 1971 水稻數量性狀遺傳之研究 I.半矮稻品種間之全互交 農業研究 第二十卷 第二期，9—26
張德梅 1974 水稻粒型之遺傳研究 農業研究 第二十三卷 第一期。
21. 林安秋，陳建山 1976 第二期稻作低產原因之研究 I.一、二期作水稻之分蘖特性比較 科學發展月刊 第四卷 第十期 53—70。

ENVIRONMENTAL AND GENETIC VARIABILITIES OF FIVE QUANTITATIVE CHARACTERS OF RICE UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

by

Te-mei Chang

Summary

Two spacings, 22.5×22.5 cm (S_1) and 22.5×11.25 cm (S_2), and two levels of N-fertilization, 80 kg/ha (N_1) and 120 kg/ha (N_2) were used to study the variations and genetic variabilities of 5 quantitative characters (plant height, panicle number, panicle weight, panicle length, and number of grains per panicle) of rice. Japonica varieties Tainan No. 3, Chianung No. 242, and their F_2 generation were used for analysis.

Statistical data obtained from this study showed that environmental conditions had definite effects on the 5 characters concerned. While higher level of N-application (N_2) increased plant height 4-9 cm and 69—97 grains per panicle; closer planting (S_2) decreased plant height 3-5 cm and 450—650 grains per panicle. The length, weight, and number of panicle were also increased by heavy N-fertilization but decreased by closer planting to a lesser extent.

Heritability estimates of various quantitative characters, except panicle number, were different under different environmental conditions and were highest at N_1S_1, indicating selection of desirable characters should be practiced at wide-spacing and normal N-fertilization. On the other hand, selection of panicle number was preferred under conditions of closer planting and heavy N-fertilization.

All the correlations among the 5 characters were significant at 1% level, and were also affected by the environmental conditions.

稻苗耐寒性品種檢定試驗[1]

邱善美、漆匡時、許東暉[2]

摘要：本試驗係以本所保存的臺灣秈稻498品種及自大陸、IRRI 引入之727水稻品種 2～3 葉齡之稻苗爲檢定材料。檢定方法是藉恆溫箱（Incubator）以 5°C 處理48小時後，依稻苗成活率之高低爲選留準則，而後將獲選的品種假嘉義分所以冷水槽（水溫 10°C，處理10天）再行檢定一次。於第一期作，在天然低溫環境下，作秧床育苗爲對照，期能選出耐寒性强之品種，供品種改良之需。

經用以上方法檢定後，計選出：有芒早十日、永川沙弓子、上杭大多、山青、瓜熟稻及菜園種具有耐寒性之品種。同時，在檢定方法上，不論是採用恆溫箱或冷水槽（Water bath）二者所獲結果頗爲一致。

前　　言

稻苗的耐寒性（Chilling tolerance），品種間有極顯明的差異(5)。就稻類型言，稉型品種較秈型品種耐寒，而同型品種間，稻苗對低溫的忍受力又有不同程度的差異(4,5,7)。據此，在稻品種間尋求具有耐寒性基因的品種，實屬可能。

稻耐寒性的檢定方法，因各稻作地區天然環境的不同，目的各異。近藤（1952）將幼穗形成期的稻株，以 17°C 低溫處理 8～10天，以檢定各品種的不稔率。酒井（1949）提議觀察由於低溫所引起的花藥壁（tapetum）肥大問題。田中（1940、1952）及近藤（1952）作耐冷性及耐冷水性之關係試驗，認爲係受同一機構的支配。嗣後鳥山、蓬原（1961、1964）將所謂的「長期冷水掛流法」（近藤1949、田中1951），改爲「中期冷水掛流法」以檢定水稻之耐冷性。

本省對於水稻的耐寒性研究，張萬來（1970）用50種水稻品種及雜質水稻集團，以旱田直播，藉冬季低溫作水稻品種之耐寒性試驗。張等（1974）以人工控制氣候室，作不同苗齡及類型稻品種間抗寒力試驗。作者等（1974）以恆溫箱檢定稻苗之耐寒性。

本試驗的目的，在就本所現保存的品種，以低溫處理其幼苗，期選出耐寒性强之品種，供品種改良之需。

材料及方法

本試驗參試品種計有本省秈稻498品種，大陸引入品種723種，及自菲律賓國際稻米研究所引入品種 4 種，合計1,225種。

試驗品種經選種，消毒及浸種三天後，於 32°C 保溫箱中發芽，選擇萌芽整齊的種子，播於40×30× 7 公分之鉛盤中，每品種種二行，每行15粒種子，共30粒。然後置於玻璃室中培育，待苗長至2～3 葉片時，置於恆溫箱中以 5°C 低溫處理48小時，鉛盤中保持0.3公分左右之水分。處理完畢後，移入玻璃室中培育，經一星期後調查其成活率，淘汰敏感品種，選留耐寒性强者作另次檢定試驗。

冷水槽檢定承嘉義分所楊技士遜謙協助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字第796號。

2.臺灣省農業試驗所技士。

爲期探討冷氣及冷水槽二者檢定方法的關係及追尋水稻品種在第一期作天然低溫下之反應，乃將經恆溫箱檢定後成活率高之品種，假嘉義分所以 10°C 水溫之冷水槽處理10天。耐寒等級區分如下：

級 別	說 明
1.	葉呈綠色，無捲縮及變橙黃色現象。
2.	第一葉葉心（葉尖）部分呈橙黃色捲縮。
3.	第一葉呈橙黃色。
4.	全株呈橙黃色，葉捲縮，植株枯萎但莖尚呈綠色。
5.	全株枯萎。

同時，並在臺北本所採用改良式秧床播種，2重覆，供試品種除來自經恆溫箱檢定後呈耐寒性強的品種外，另以新竹矮脚尖、嘉農秈8號及嘉農秈11號爲對照品種，耐寒等級同上。

結果及討論

參試1,225個水稻品種之秧苗，經以 5°C 低溫處理 48小時後，稻苗之成活率分佈如表一。在498個臺灣秈稻品種中，稻苗經低溫處理後，秧苗全部呈枯萎現象者（成活率爲零）有 457個品種，成活率在 1～10%之間者，有24個品種，11～20%之間者有13個品種，僅獲一個品種對低溫顯示較强的忍受力，其成活率在81～100%之間。檢定自大陸引入之723個水稻品種結果，其中有 6 個品種之成活率在81～100%之間，2個品種在71～80%之間，而有 651個品種枯萎。自 IRRI 引入之4個品種亦枯萎。由以上試驗結果顯示，在現有秈型水稻品種中，大部分品種之秧苗對低溫均呈敏感反應，對低溫之忍受力極弱，僅有極少數品種，對低溫呈鈍感現象。另一方面，如以不同來源之水稻品種對低溫之反應比較，以我大陸之品種較本省品種及自 IRRI 引入品種具有較强的耐寒力，其變異性亦較大。

表一 稻苗經 5°C 低溫處理48小時後成活率之頻度分佈表 (1974)

品種來源	成活率								計
	0	1～10	11～20	21～30	31～40	51～60	71～80	81～100	
臺灣秈稻	457	24	13	2		1		1	498
大陸稻	651	14	15	18	11	5	3	6	723
IRRI	4								4
合 計	1,112	38	28	20	11	6	3	7	1,225

表二、係根據表一、所得結果，選出成活率在 71～100%之間之品種，依上述同樣處理溫度及時間再行檢定的結果，由此表顯示，前後二次檢定結果頗爲近似。如屬本省秈稻品種之菜園種及自大陸引入之永川沙刁子、有芒早十日等三品種，其成活率均爲 100%，次如上杭大冬之成活率爲94%，其他品種如八月白、中大 345號、瓜熟稻及二等一時興等品種對低溫之忍受力均有很優越的表現，而以小毛番之成活率79%較差。

表二　稻苗耐寒性第二次檢定之結果（1974）

品種來源	品種	成活率（%）	處理苗數
臺灣秈稻	菜園種	100	30
大陸稻	八月白	81	30
	中大345號	86	30
	永川沙刁子	100	30
	有芒早10日	100	30
	瓜熟稻	89	30
	二等一時興	83	30
	小毛番	79	30
	上杭大冬	94	30
	山　背	87	30

民國六十四年一期作復將本所以恆溫箱檢定所選出的品種，送往嘉義分所，以冷水槽重行檢定一次，同時，並在臺北本所以苗床育苗法，在天然環境下作一對照，以資比較。茲將試驗結果，列如表三。

表三　稻苗耐冷水性及苗床檢定之結果（1975，一期作）

品種	等級	
	冷水槽	秧床
菜園種	—	1
八月白	3	1
二等一時興	2	1
中大345號	2	1
上杭大冬	2	1
小番毛	3	1
有芒早10日	1	1
永川沙刁子	2	1
瓜熟稻	3	1
新竹矮脚尖	—	4
嘉農秈8號	—	4
嘉農秈11號	—	4

據上表，所供試之八個品種中，仍以有芒早10日之秧苗耐寒性最强，屬第一級，次如二等一時興、中大345號、上杭大冬及永川沙刁子等品種第二級。此等試驗之結果與田中(1952) 及近藤 (1952)

所作耐冷性及耐冷水性試驗結果甚爲吻合。至於在自然環境下，以秧床檢定的結果（如表三），除對照品種新竹矮脚尖、嘉農秈8號及11號呈橙黃色及有部分秧苗枯萎外，其他參試品種都顯示具有極强的耐寒性。

參 考 文 獻

1.近藤頼己（1952）：水稻品種の冷害抵抗性に關する生理學的研究。農技研報 D3：113—228。

2.田中稔（1954）：水稻冷害の實際的研究。日記作18（2.3.4）。

3.張萬來（1970）：水稻品種之耐寒性反應。農業研究19（2）：26－30。

4.張新雄、顧元亮、賴光隆（1974）：水稻秧苗耐寒性之研究。Ⅰ.不同苗齡及類型品種抗寒力之差異。中華農學會報新（86）：19－26。

5.邱善美、漆匡時（1974）：秈稻秧期耐寒性品種間的差異。稻作改良年報 pp36。

6.許東暉、邱善美、鄧耀宗（1975）：利用恆溫箱檢定稻苗耐寒性之研究。Ⅰ.水稻類型及苗齡大小對低溫忍受力之差異。中華農業研究 24（3.4）：8－12。

7.邱善美、漆匡時、許東暉（1976）：利用恆溫箱檢定稻苗耐寒性之研究。Ⅱ.低溫與處理時間對稻苗成活率之影響。中華農業研究 25（1）＝7－12。

A SCREEN TEST ON THE TOLERANCE OF RICE SEEDLINGS TO THE CHILLING TEMPERATURE AMONG DIFFERENT VARIETIES

by

S. M. Chiu, K. S. Chi and T. H. Hsu

Summary

The rice seedlings at 2-3 leaves stage from 1,225 varieties (including 498 Taiwan Native Indica rice and 727 varieties from Mainland China and IRRI) were tested for chilling tolerance in an incubator maintaining at 5°C for 48 hours. The rate of survival was used for criterion of the responses of varieties to chilling temperature. The selected ones were tested again in a water bath at 10°C for 10 days. Afterwards, the seeds of the selected varieties were sown on nursery bed in the lst rice crop under natural chilling condition to check their chilling tolerance.

The results obtained from two methods involving incubator and water bath were similar and coincident. The seedlings of the varieties selected from the two screen tests in the laboratory as mentioned were all survival in the nursery bed under field condition. Consequently, the varieties selected for chilling tolerance were: Yu-mang-tsao-10-jih, Shang-hang-ta-tung, Kwa-shu-tao, Yung-ch'uan-sha-tiao-tzu, Shan-mao and T'sai-yuan-chung.

土壤特性對於磷測定值間相關之影響 [1]

林家棻　　張愛華　　吳懷國 [2]

摘要　從20種土壤特性差異懸殊的中部土壤樣本與 7 種標準磷測定法所得測定值，經用直線及曲線複廻歸統計分析結果顯示各法所得磷測定值間之關係，可因參與土壤特性因子於其廻歸方程式中而獲得改善。在供試土壤中，受土壤特性因子影響最大者爲 pH，Clay, Exch. Ca, 及 Extractable Al，因而推測，若考慮土壤特性，則以上各法所得磷測定值對於檢定土壤中含磷狀況均具有同等功效。從而今後對於磷測定值之田間校正公式，似應包括有關影響土壤磷供應與作物對於磷吸取之土壤特性因子，藉可提高磷測定值的可靠性。

引　　言

狹義的土壤磷速測乃檢定土壤中「有效態」磷含量，其測定值的高低乃視土壤含磷數量與所使用的抽取劑而異，假定各種抽取劑均可抽取土壤中一定份量的磷，則所得磷測定值雖有高低之別，但其彼此間之相關仍必高。

本省若干土壤用不同方法所得磷測定值間之相關，有者偏低，甚至未達顯著平準，其原因當與土壤特性有關，諸如 pH 、粘土、鐵鋁水化氧化物 (hydrous oxides of iron and aluminium) 以及鈣鎂氫氧化碳酸鹽 (hydroxy carbonates of calcium and magnesium) 等，此等特性因子均可影響土壤中磷的溶解度與吸着 (sorption) 程度 [6]。各種土壤，特性不同，對於各種抽取劑之影響亦異。

本文之目的在探討土壤特性因子對於各法所得磷測定值間相關之影響，藉以瞭解各法所得磷測定值間之差異情形，俾供改進磷測定值田間校正之參考。

試驗方法

供試土壤：在本省中部南投、臺中、彰化及雲林 4 縣選取20地點土壤樣本，其中包括砂頁岩冲積土、粘板岩老冲積土、粘板岩新冲積土及混合冲積土，各種土壤特性之分析方法詳於前報 [10]。茲將各特性因子之平均值、變異係數、變異範圍以及其彼此間之關係示於表 1，其中顯示所選用土壤樣本中，其個別特性因子間之差異甚大，因而更具有代表性。

表 1、土壤特性因子平均值變異係數變異範圍及其彼此間之相關係數

Table 1. Sample means, coefficients of variation, ranges of the characterizing analyses, and correlation coefficients between the values obtained for the constituents ($r>0.444$, $P<0.05$; $r>0.561$, $P<0.01$)

	pH	Clay %	Organic matter %	Exchangeable K	Exchangeable Ca me/100gm	Exchangeable Mg	Free Fe oxides %	Extractable Al ppm
pH		0.13	0.26	− 0.21	0.79**	0.21	0.16	− 0.77**
Clay			0.58**	0.63**	0.11	0.59**	0.56*	0.23

本文係第一作者承國家科學委員會獎助研究及中國農村復興委員會補助試驗經費之部份試驗資料，統計程式承李技正蘭帝設計，作者等深致謝忱

1.試驗報告農試字第七九七號

2.臺灣省農業試驗所技正、技術員

O. M.				0.53*	0.43	0.63**	0.23	0.08
Ex. K					−0.003	0.64**	0.34	0.45
Ex. Ca						0.40	0.25	− 0.40
Ex. Mg							0.65**	0.16
Free Fe oxides								0.12
Mean	6.27	28.6	2.77	0.17	12.2	1.75	0.93	17.9
C. V.	15.6	32.0	21.3	42.1	83.3	41.8	38.3	49.3
Range	4.7− 7.6	13.9− 43.9	1.5− 4.0	0.07− 0.32	2.69− 34.4	0.75− 3.62	0.21− 1.56	6.23− 36.6

土壤中有效態磷之測定方法：其摘要如表 2 。

表 2、土壤磷測定法

Table 2. Soil P-test methods

	Extractant	Soil/solution	Shaking time	Temperature	Reducing agart
Olsen-P (3,4)	0.5 M $NaHCO_3$ pH 8.5	1 : 20	30min.	Room	$SnCl_2$
Bray-P (3,4)	0.025N HCl-0.03N NH_4F	1 : 10	40sec.	Room	1-amino-2-naphthol-4-sulfonic acid
Resin-P (7)	Dowex 1×4-50 anion exchange resin Particle size≥0.59mm	1gm soil+ 2.9gm resin +50ml H_2O	16hr.	25°C	Ascorbic acid
EDTA-P (2)	5mM EDTA	1 : 20	1hr.	Room	Ascorbic acid
H_2O-P (8)	Demineralized water	1 : 50	1hr.	Premoistened for 22 hr. at 20°C.	ditto
Al-Abbas-P (1)	17ml 0.3N NaOH+ 3ml 0.5N $Na_2C_2O_4$	1 : 20	5min	Room	ditto
N. Carolina-P (3,4)	0.05N HCl-0.025N H_2SO_4	1 : 4	5min	Room	

統計分析：本文之目的乃求土壤特性因子對於磷測定值間相關之影響，所用迴歸 (Regression) 與變方 (variance) 之分析步驟如下[6,9]：

迴歸方程式 Regression equations	決定係數 Coefficients of determination	自由度 Degree of freedom
$P_1=a_0+a_1P_2$ ……… I	r_1^2	n—2
$P_1=b_0+b_1P_2+b_2P_2^2$ ……… II	R_1^2	n—3
$P_1=c_0+c_1X_1+c_2X_1^2$ ……… III	R_3^2	n—3
$P_1=d_0+d_1P_2+d_2P_2^2+d_3X_1+d_4X_1^2+d_5P_2X_1$ ……… IV	R_4^2	n—6

將IV式，予以微分得：

By differentiating equation IV：$dP_1/dX_1=d_3+2d_4X_1+d_5P_2$ ……… V

F－值測定：

F-test between：

1. $R_1^2-r_1^2$ $\quad F=\dfrac{R_2^2-r_1^2/2-1}{1-R_2^2/n-3}$，2. $R_4^2-R_2^2$ $\quad F=\dfrac{R_4^2-R_2^2/5-2}{1-R_4^2/n-6}$

式中 P_1 爲某種磷測定法所得測定值，P_2 爲其他磷測定法所得測定值；X_1爲土壤特性因子之測定值，r 爲直線相關係數，R 爲曲線相關係數，n 爲樣本個數。a, b, c, d, 均爲常數。

爲瞭解土壤特性因子的影響爲正效應抑爲負效應，將VI式予以微分，求其接近數據中心位置之斜率如式V，其中 X_1 與P_2 爲該數據之平均值。斜率爲正時，表示在某種特性因子之下，溶於第一法抽取劑中之磷較第二法爲多，或在某種特性因子之下，第一法所抽取磷受土壤吸着的影響較第二法爲少；反之，若斜率爲負時，表示第一法抽取土壤中磷時，因受某種特性因子的影響，所抽出磷較第二法爲低，或因土壤中磷吸着的關係，較第二法不易抽出。兩種磷測定值間之相關，係屬直線或曲線關係，則由 $R_2^2—r_1^2$ 求得之，而土壤特性因子的影響則由 $R_4^2—R_2^2$ 求得之，其顯著性則由F值測定之。

以上統計概用 Monroe 1860 型程式計算機計算，其 CPU (Central processing unit) 爲4k記憶組。

結果與討論

土壤磷測定值間之關係：表 3 .示各法所得磷平均值，變異係數及其測定範圍，從而知土壤測定值，可因方法不同而相差甚大，其中除 N. Carolina-P , Al-Abbas-P 與 Resin-P 及Al-Abbas-P 與 EDTA-P 外，其他方法所得磷測定值間之關係，多達到顯著乃至極顯著平準。但其相關係數仍偏低。從表4 .曲線關係而言，R_2^2 多較 r_1^2 值爲高，兩者間相差達到顯著平準者，如 Olsen-P_1 與 Bray-P_2 之 r_1^2 值爲0.624，而R_2^2 值則0.740爲；又 Bray-P_1 與 Olsen-P_2 之 r_1^2 值亦爲 0.624，而R_2^2 則爲0.810。此外，Bray-P_1與 Water-P_2 之 r_1^2 值爲0.372，而 R_2^2 值則爲0.593。由此顯示若干方法所得磷測定值間之關係，可因參與曲線部分 (P^2) 而獲得改善。

表 3、各種方法所得磷測定值之平均值變異係數變異範圍及其彼此間之相關係數

Table 3. Sample means, coefficients of variation, ranges of the P-tests, and correlation coefficients between the twenty values obtained by different procedures. All analyses as ppm

($r>0.444$, $P>0.05$; $r>0.561$, $P<0.01$)

	Olsen P	Bray P	Resin P	EDTA P	Water P	Al-Abbas P	N. Carolina P
Olsen-P		0.79**	0.74**	0.62**	0.73**	0.80**	0.11
Bray-P			0.53*	0.64**	0.61**	0.78**	0.42
Resin-P				0.83**	0.70**	0.33	0.17
EDTA-P					0.48*	0.27	0.41
Water-P						0.50*	0.07
Al-Abbas-P							0.14
Mean	19.7	17.7	36.7	22.3	3.64	102.7	55.6
C. V.	58.1	108.8	67.9	63.0	43.3	84.8	78.9
Ranges	4.5–	0.1–	10.6–	5.8–	1.25–	25–	0.3–
	52.0	93.4	92.5	60.6	7.38	354.0	128.0

土壤磷測定值與土壤特性因子之關係：從表 4．頂行各法所得磷測定值與土壤特性因子之相關 R_3^2 值與R_2^2 值比較時，顯示 R_3^2 值多較 R_2^2 值爲低，意即土壤磷測定值與土壤特性因子間之相關不若磷測定值間相關之密切。但有例外，如 Resin-P 與粘土之 R_3^2 值爲 0.410*，而 Resin-P_1 與 Al-Abbas-P_2，或與 N. Carolina-P_2 之 R_2^2 值各爲0.176及0.032，顯然$R_3^2 >_2^2 R$，由此顯示 Resin-P與粘土上吸着磷之關係較 Al-Abbas-P 或 N. Carolina-P 爲密切。又 Al-Abbas-P 與 pH之R_3^2 值爲0.423*，而Al-Abbas-P_1 與Resin-P_2，或與 EDTA-P_2 或與N. Carolina-P_2 所得之 R_2^2 值均較其與 pH 之R_3^2 值爲低，且未達顯著平準。土壤 pH 乃土壤許多特性因子綜合影響的結果，其原因可能由於 Al-Abbas-P 乃用 NaOH-$Na_2C_2O_4$ 液，以抽取土壤中 Fe-P 爲主，而土壤中 Fe-P 的存在與土壤 pH 有密切的關係所致 [10]。此外，N. Carolina-P 與 Exch. Ca之 R_3^2 值爲0.325*，而 N. Carolina-P_1 與 Olsen-P_2 或 Bray-P_2, Resin-P_2 EDTA-P_2, Water-P_2, Al-Abbas-P_2 之 R_2^2 值均較其與 Exch-Ca 所得 R_3^2 值爲低，且未達顯著平準，此似由於N. Caroilna-P 係用 HCl-H_2SO_4 酸性混合液，所抽出之磷多與 Ca-P 有關，因此，Exch. Ca 之測定值可代表部分磷溶解於酸性混合液中。以上數例顯示土壤特性因子的測定有助於說明磷測定法間之差異。

表 4、迴歸方程式 I 至Ⅳ所得之決定係數（r^2 或 R^2）

Table 4. Coefficients of determination (r^2 or R^2) for the regressions I to IV

P_1	P_2	r_1^2	R_2^2	R_3^2 or R_4^2—for X=							
				pH	Clay	O. M.	K	Ca	Mg	Fe	Al
Olsen				0.212	0.260	0.084	0.212	0.0004	0.058	0.036	0.048
	Bray	0.624**	0.740**	0.757**	0.723**	0.689**	0.723**	0.740**	0.774**	0.792**	0.640**
	Resin	0.548**	0.548**	0.922**	0.723**	0.608**	0.593*	0.723**	0.672**	0.672**	0.810**
	EDTA	0.384**	0.384**	0.723**	0.504	0.384	0.533*	0.490	0.384	0.436	0.640**
	Water	0.533**	0.563**	0.723**	0.593*	0.640**	0.578*	0.563*	0.640**	0.578*	0.640**
	Al-Abbas	0.640**	0.672**	0.903**	0.810**	0.689**	0.757**	0.792**	0.792**	0.689**	0.792**
	N. Carolina	0.012	0.032	0.348	0.303	0.194	0.314	0.123	0.152	0.068	0.084
Bray				0.144	0.096	0.078	0.073	0.116	0.221	0.270	0.096
	Olsen	0.624**	0.810**	0.846**	0.828**	0.828**	0.828**	0.865**	0.828**	0.865**	0.846**
	Resin	0.281*	0.281	0.884**	0.410	0.336	0.410	0.828**	0.640**	0.689**	0.706**
	EDTA	0.410**	0.423**	0.922**	0.593*	0.436	0.563*	0.792**	0.608*	0.774**	0.884**
	Water	0.372**	0.593**	0.740**	0.640**	0.706**	0.608*	0.723**	0.774**	0.672	0.723**
	Al-Abbas	0.608**	0.608**	0.828**	0.672**	0.846**	0.792**	0.608*	0.774**	0.865**	0.884**
	N. Carolina	0.176	0.221	0.436	0.397	0.336	0.397	0.250	0.360	0.449	0.281
Resin				0.203	0.410*	0.221	0.221	0.185	0.048	0.0009	0.116
	Olsen	0.548**	0.578**	0.903**	0.774**	0.689**	0.624*	0.828**	0.624*	0.608*	0.865**
	Bray	0.281*	0.325*	0.828**	0.740**	0.504	0.462	0.810**	0.533*	0.640**	0.624*
	EDTA	0.689**	0.689**	0.740**	0.828**	0.740**	0.774**	0.740**	0.757**	0.740**	0.689**
	Water	0.490**	0.490**	0.689**	0.740**	0.672**	0.533*	0.706**	0.504	0.578*	0.578*
	Al-Abbas	0.109	0.176	0.903**	0.593*	0.336	0.397	0.608*	0.397	0.260	0.640**
	N. Carolina	0.029	0.032	0.360	0.518*	0.260	0.325	0.410	0.462	0.044	0.221

EDTA				0.073	0.137	0.116	0.058	0.160	0.137	0.058	0.144
	Olsen	0.384**	0.384**	0.672**	0.757**	0.490	0.410	0.608*	0.436	0.462	0.723**
	Bray	0.410**	0.490**	0.903**	0.689**	0.608*	0.533*	0.810**	0.533*	0.578*	0.903**
	Resin	0.689**	0.774**	0.810	0.828*	0.774**	0.810**	0.846**	0.846**	0.846**	0.774**
	Water	0.230*	0.281	0.384	0.578*	0.397	0.303	0.490	0.372	0.436	0.384
	Al-Abbas	0.073	0.090	0.578*	0.372	0.270	0.230	0.314	0.292	0.168	0.624*
	N. Carolina	0.168	0.185	0.423	0.372	0.325	0.348	0.548*	0.372	0.176	0.325
Water				0.017	0.260	0.019	0.212	0.0004	0.029	0.023	0.008
	Olsen	0.533**	0.533**	0.608*	0.563*	0.672**	0.608*	0.593*	0.563*	0.593*	0.608*
	Bray	0.372**	0.384*	0.476	0.624*	0.462	0.504	0.518*	0.476	0.548*	0.462
	Resin	0.490**	0.490**	0.593*	0.563*	0.656*	0.624*	0.593*	0.490	0.624*	0.624*
	EDTA	0.230*	0.240	0.336	0.372	0.423	0.578*	0.292	0.260	0.325	0.397
	Al-Abbas	0.250*	0.303*	0.608*	0.640**	0.462	0.533	0.436	0.490	0.462	0.640**
	N. Carolina	0.005	0.005	0.044	0.303	0.026	0.250	0.026	0.325	0.048	0.023
Al-Abbas				0.423*	0.048	0.044	0.096	0.130	0.048	0.032	0.230
	Olsen	0.640**	0.689**	0.922**	0.828**	0.774*	0.740**	0.846**	0.706**	0.689**	0.922**
	Bray	0.608**	0.608**	0.774**	0.640**	0.706**	0.672**	0.689**	0.656**	0.689**	0.810**
	Resin	0.109	0.203	0.922**	0.423	0.372	0.260	0.578*	0.462	0.384	0.828**
	EDTA	0.073	0.109	0.723**	0.221	0,123	0.240	0.384	0.221	0.360	0.689**
	Water	0.250*	0.281	0.706**	0.281	0.360	0.325	0.436	0.397	0.360	0.689**
	N. Carolina	0.019	0.044	0.490	0.096	0.152	0.212	0.130	0.063	0.116	0.281
N. Carolina				0.221	0.063	0.029	0.058	0.325*	0.102	0.203	0.185
	Olsen	0.012	0.023	0.349	0.185	0.053	0.116	0.348	0.176	0.212	0.270
	Bray	0.176	0.292	0.656**	0.504	0.372	0.423	0.436	0.303	0.608*	0.449
	Resin	0.029	0.029	0.360	0.240	0.073	0.176	0.449	0.281	0.240	0.230
	EDTA	0.168	0.194	0.518*	0.372	0.203	0.314	0.563*	0.250	0.303	0.348
	Water	0.005	0.008	0.250	0.123	0.084	0.109	0.336	0.240	0.250	0.203
	Al-Abbas	0.020	0.116	0.325	0.203	0.230	0.240	0.360	0.281	0.423	0.270

表5、$R_2^2—r_1^2$ 與 $R_4^2—R_2^2$之差異顯著性 F- 值測定及廻歸方程式Ⅳ之斜率 (dP_1/dX) 正負效應

Table 5. F-tests for the significance of differences between R_2^2 -r_1^2 and between R_4^2 -R_2^2 and sign, positive or negative, for general trend with respect to X (dP_1/dX) in regression IV

P_1	P_2	$R_2^2 - r_1^2$	pH	Clay	$R_4^2 - R_2^2$					
					O. M.	K	Ca	Mg	Fe	Al
Olsen	Bray	**								
	Resin		−**							+**
	EDTA		−**							
	Water									
	Al-Abbas		+**	− *						
	N. Carolina									
Bray	Olsen	**								
	Resin		−**				−**	− *	−**	+**
	EDTA		−**				−**		−**	+**
	Water	**						− *		
	Al-Abbas		+**		+**	− *		− *	−**	−**
	N. Carolina									
Resin	Olsen		+**	+ *			+**			−**
	Bray		+**	+**			+**		+ *	− *
	EDTA			+ *						
	Water			+ *			+ *			
	Al-Abbas		+**	+ *			+ *			−**
	N. Carolina			− *				+ *		

EDTA	Olsen		+ *	+**						−**
	Bray		+**				+**			−**
	Resin									
	Water									
	Al-Abbas		+ *							−**
	N. Carolina						+ *			
Water	Olsen									
	Bray									
	Resin									
	EDTA					+ *				
	Al-Abbas		+**	+ *						− *
	N. Carolina									
Al-Abbas	Olsen		−**	− *			− *			+**
	Bray		− *							+ *
	Resin		−**				− *			+**
	EDTA		−**							+**
	Water		−**							+**
	N. Carolina									
N. Carolina	Olsen									
	Bray		+ *						− *	
	Resin									
	EDTA		− *				− *			
	Water									
	Al-Abbas									

* and ** stand for significance at 0.05 and 0.01 level, respectively.

土壤特性因子對於磷測定值間相關之影響：表 4.中 R_4^2 與 R_2^2 值乃分別從迴歸方程式Ⅳ及Ⅱ求得之，因而由 $R_4^2-R_2^2$ 之差，經顯著性F值測定後，若達到顯著平準，則認爲係受該特性因子的影響。至於其影響係屬正效應或負效應，則由斜率（dP_1/dX_1）決定之（表 5）。

Olsen-P 從表4與5.顯示 Olsen-P_1與 Bray-P_2或 Bray-P_1與 Olsen-P_2所得 R_4^2 值與其 R_2^2 值比較時，無論參與本文所列任何土壤特性因子（X）之測定值，其 R_4^2 與 R_2^2 之差異均未達顯著平準，表示該兩種磷測定值的曲線關係極爲接近。但 Olsen-P_1 與其他磷測定值（P_2）間之關係，顯然因參與土壤特性因子如 pH 而獲得改善。例如 Olsen-P_1 與 Resin-P_2 或 EDTA-P_2 之R_2^2 值各爲 0.548及0.384，而其 R_4^2 值則各爲 0.922及0.723，顯然各較其 R_2^2 值爲高（表 5），其中土壤 pH 係屬負效應；但 pH 對於 Olsen-P_1 與 Al-Abbas-P_2 間關係之改善則呈正效應，其原因可能由於 Olsen-P 乃用 0.5M $NaHCO_3$, pH 8.5 之抽取劑，其目的在控制 $CaCO_3$ 溶解積中 Ca^{++} 的活性，在酸性之下，當碳酸根活性增强時， 鈣與碳酸形成碳酸鈣沈澱，因而 Ca^{++} 活性降低，又由於 Ca-P 溶解積的關係，使部分磷溶出。但在鹼性或中性下，由於部分 $CaCO_3$ 溶於碳酸中，使 Ca^{++} 活性提高，而降低 Ca-P 的溶出，又在 pH 8.5 緩衝之下，使部分 Fe, Al 沈澱，而析出磷，換言之，在 pH 低的土壤 ，使用 $NaHCO_3$ 可促進部分 Ca-P 的溶出，在 pH 高的土壤則抑制 Ca-P 的溶出；而 Resin-P 乃與土壤溶液中磷及固相表面吸着磷發生交換取代作用，其與吸着磷存在多寡及吸着位置較有關係。 EDTA-P 乃利用 EDTA 在酸性之下，與 Fe, Al 等金屬結合，而在鹼性之下，與 Ca Mg 等金屬結合而析出磷，且其作用隨 pH 提高而增强。Al-Abbas-P 乃用 NaOH-$Na_2C_2O_4$ 液，以抽取土壤中 Fe-P 及 Al-P 爲主，而 Fe-P 與 Al-P 在 pH 高的土壤含量較低，在pH 低的土壤則較豐，因此土壤 pH 對於 Olsen-P_1 與 Resin-P_2 或 EDTA-P_2 之關係而言，呈負效應，而與 Al-Abbas-P_2 則呈正效應。

Bray-P：由表4.與5.示參與土壤特性因子可改善 Bray-P_1與 Resin-P_2, EDTA-P_2 Water-P_2 或 Al-Abbas-P_2間之關係，受土壤特性因子顯著影響者，有 pH、 交換性鈣鎂、游離鐵及可抽出鋁等，其中 pH 對於Bray-P_1與 Resin-P_2 或 EDTA-P_2 間關係之影響最大，且呈負效應，可能由於 Bray-P 乃用 0.3N NH_4F-0.025N HCl 抽取液，其目的在抽取土壤中 Al-P, Fe-P 及部分 Ca-P，由於所用鹽酸極爲稀薄，易被 pH 高的鈣質土壤所中和，而難將 Ca-P 抽出，而 Resin-P 與 EDTA-P 如前述，則不受此影響。Bray-P_1 與 Water-P_2 間關係之改進，受交換性鎂的負效應影響最大，表示 Water-P 之來源與交換性鎂有關，而 Bray-P 則否。Bray-P_1與 Al-Abbas-P_2間之關係受可抽出鋁的負效應影響甚大，兩者間磷測定值的差異可能由於 Bray-P 用 0.03N NH_4F酸性溶液以抽取土壤中 Al-P 與 Fe-P而 Al-Abbas-P 則用 0.3N NaOH 鹹性溶液抽取之 ，此外，前者土壤與溶液的接觸時間爲40秒，而後者則達 5 分鐘，並在溶液中加入 0.5N $Na_2C_2O_4$ 以減少磷的再吸着，因而鋁對於磷的吸着在 Bray 抽取液中較在 Al-Abbas 中爲强。

Resin-P：從表 4.與5.可知 Resin-P_1 與其他各法所得磷測定值（P_2）間之關係，亦可因參與土壤特性因子而獲得改善，受特性因子顯著影響者有pH, Clay, Exch. Ca, Mg, 以及Fe, Al 等，其中值得注意者爲粘土對於 Resin-P_1 與 Olsen-P_2, Bray-P_2, EDTA-P_2, Water-P_2，或Al-Abbas-P_2 等關係間均呈正效應，換言之 Resin 對於粘土表面吸着磷的取代較其他化學藥劑爲强，但粘土對於 Resin-P_1 與 N. Carolina-P_2 關係時，則呈負效應，可能由於 N. Carolina-P 乃用酸性混合液（$HCl-H_2SO_4$）以抽取土壤中 Ca-P 爲主，此可由 N. Carolina-P 與 Exch. Ca所得 R_3^2 值爲 0.325*達到顯著平準顯示之。朱文光與張守敬兩氏[5]認爲 Ca-P 多吸着於土壤較粗粒部分，因而減低接觸面，不易爲 Resin 所取代。

EDTA-P：從表4.與5.示 EDTA-P_1與 Olsen-P_2, Bray-P_2 或 Al-Abbas-P_2 之關係，可因參與土壤特性因子如 pH, Clay, Exch. Ca及 Al 而獲得改善。其中 Al 均呈負效應，意即EDTA-P_1 與 Olsen-P_2 或 Bray-P_2, Al-Abbas-P_2 間之差異，主因 Al 對於磷的吸着在 EDTA 法中較在

Olsen, Bray或 Al-Abbas 法中為强所致。EDTA-P_1與 Resin-P_2 間原有較密切關係，即使參與土壤特性因子分析後，其 R_4^2 值雖有提高，但與 R_2^2 值比較時，差異不明顯，意即 EDTA-P 與 Resin-P 甚爲接近。又 EDTA-P_1 與 N. Carolina-P_2 間原無明顯關係，但經參與 Exch. Ca分析後，所得 R_4^2 值則達到顯著平準。

Water-P：表4.與5.示Water-P_1與Olsen-P_2, Bray-P_2, Resin-P_2, EDTA-P_2 或Al-Abbas-P_2 均有相當的關係，但前四者間不因參與特性因子分析而改進其關係，而後者 Water-P_1與Al-Abbas-P_2 之關係則因參與 pH, Clay 或 Al 分析後，所得 R_4^2 值顯然較其 R_2^2 值爲高，其中 pH或 Clay 爲正效應，而 Al 則爲負效應。

Al-Abbas-P：表4.與5.示 Al-Abbas-P_1 與 Olsen-P_2或 Bray-P_2之R_2^2 值均達到顯著平準，其與 Resin-P_2，EDTA-P_2 或 Water-P_2 間之關係多不明顯，但經參與土壤特性因子如 pH或 Al 後，其 R_4^2 值顯然較其 R_2^2 值爲高，其中 pH 爲負效應，而 Al 爲正效應，意即 Al 對於磷的吸着在 Al-Abbas 法所用强鹹性 NaOH 液中較其他方法者爲弱。

N. Carolina-P：表4.與5.示 N. Carolina-P_1 與其他 6 種磷測定值 (P_2) 間所得 R_2^2 值均未達顯著平準，其中僅 N. Carolina-P_1 與 Bray-P_2 或與 EDTA-P_2 間之關係，可因土壤 pH, Fe 或 Ca 之參與而改善其關係。

綜上而言，本文所用 7 種磷測定法中，除 N. Carolina 方法外，所得磷測定值間之關係，經採用迴歸方程式 IV, 參與土壤特性因子分析後，均可獲得改善，換言之，各法磷測定值間之差異主受土壤特性因子的影響，若考慮土壤特性因子在內，則以上各種磷測定值對於檢定土壤中含磷狀況均具有同等功效。

過去本省擧辦土壤磷速測田間校正時，多未注意土型 (soil type) 或土壤特性，僅列單獨磷測定值估計作物磷肥需要量，因而其相關程度往往不高，就本文結果顯示磷測定值受土壤特性因子的影響甚大，尤其 pH 、粘土、交換性鈣及可抽出鋁等，因而推測今後對於磷速測值的校正公式中，除磷速測值外，尚應包括影響作物磷吸取的其他特性因子，藉可提高磷速測的可靠性。

參考文獻

1. Al-Abbas, A. H., & Baber, S. A. 1964. A soil test for phosphorus based upon fractionation of soil phosphorus. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28 (2) : 218-224.
2. Alexander, T. G., & Robertson, J. A. 1972. EDTA extractable phosphorus in relation to available and inorganic phosphorus forms in soil. Soil Sci. 114 (1) : 69—71.
3. Bingham, F. T. 1962. Chemical soil tests for available phosphorus. Soil Sci. 94 (1) : 87—95.
4. Black, C. A. (Ed.) 1965. Methods of soil analysis, Part 2, Agronomy 9, American Society of Agronomy.
5. Chu, W. K., & Chang, S. C. 1966. Surface activity of inorganic soil phosphorus. Soil Sci. 101 (6) : 459—464.
6. Colwell, J. D., & Donnelly, J. D. 1970. Effects of soil composition on the relationships between soil test values for phosphorus fertilizer requirements. Aust. J. Soil Res. 9 : 43—54.
7. Hislop, J., and Cooke, I. J. 1968. Anion exchange resin as a means for assessing soil phosphorus status. Soil Sci. 105 (1) : 8—11.
8. Paauw, F. van Der. 1971. An effective water extraction method for the determination of plant available soil phosphorus. Plant and Soils. 34 : 467—481.
9. Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. 1975. Biometry (3rd Ed.) Reprinted by Mei-Ya Publication Inc., Taipei, Taiwan.
10. 林家棻、張愛華、吳懷國 1977、中部土壤所含磷形態與稻谷收量與磷吸取量之關係 中華農業研究 26卷 1 期，臺灣省農業試驗所。

EFFECTS OF SOIL COMPOSITION ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN SOIL TEST VALUES FOR PHOSPHORUS FERTILIZER REQUIREMENTS

C. F. Lin, A. H. Chang, and W. K. Wu

Summary

The purpose of this paper was to find out the effects of soil composition on the relationships between soil test values obtained by different procedures. Twenty soil samples including four categories covered a wide ranges in soil composition were taken in Central Taiwan where field trials were to be conducted. Soil P-test methods including Olsen, Bray, anion exchange resin, EDTA, water extract, Al-Abbas & Baber, and North Carolina, were selected to cover a wide range of testing procedures.

The results indicated that the correlation between the P-test values obtained by various procedures were found to be improved by allowing for the effects of soil composition, particularly with respect to pH, clay, exchangeable Ca and extractable Al. The high correlations thus obtained suggest that most of the P-test procedures will be of about equal of variation in soil composition. They also suggest that P test calibration equation should not only include the actual P-test value but also the variables representing soil factors which affecting the solubility of soil phosphorus and P-uptake of the crop.

土壤特性對於磷測定值與田間水稻磷吸取量相關之影響[1]

林家棻　吳懷國　張愛華[2]

摘要　從20處田間試驗所得無磷區與施磷區之水稻磷吸取量與7種方法所得磷測定值以及田間供試土壤特性因子，經用直線及曲線複迴歸統計分析結果，顯示水稻磷吸取量，在供試地區受土壤特性因子的影響甚大，而受單獨磷測定值的影響則甚小。但各法所得磷測定值與水稻磷吸取量的迴歸方程式中，若參與適當土壤特性因子如 pH、Clay 等，則在第一期作之下，其關係均可獲得顯著改善；而在第二期作之下，若用 Al-Abbas-P ($NaOH-Na_2C_2O_4$) 參予 CEC 於其迴歸方程式中，或用 N. Carolina-P ($HCl-H_2SO_4$) 參與 Exchangeable Ca 時，兩者對於水稻磷吸取量之校正，均獲得極顯著的改進。該兩種方法所用抽取液性質懸殊，更可顯示參與土壤特性因子對於水稻磷測定值校正之重要。

從上結果，推測舉行磷測定值田間校正時，應減少土壤特性因子的過分影響，宜參照本省農田詳測資料，劃分為若干區域，分別進行，由於同一區域內，個別農田間之土壤特性未必完全一致，仍應採用本文所述方式Ⅳ或Ⅴ或其他更適合公式，予以校正，藉可提高磷測定值估計稻田磷肥需要量的可靠性。

引　　言

Colwell 氏[2] 認為測定土壤中所含植物生長要素的目的在於瞭解該等要素在土壤中存在的狀況，俾供合理經濟施肥之依據。因此不僅對該等要素須加以測定，凡可影響作物攝取該等要素的其他土壤特性因子亦須加以考慮。渠並主張土壤速測校正公式宜用直交多項式 (Orthogonal polynomi-nals)，以便參與影響作物對於利用該等要素的其他因子，藉以發揮土壤速測功能。

作者等在前報[5] 中顯示不同方法所得磷測定值間之差異，主受土壤特性因子的影響，其彼此相關程度可因參與特性因子於其迴歸方程式中而獲得改善，利用化學藥劑抽取土壤中有效態磷，只能表示該土壤對於磷的供應潛能，而植物磷吸取量才能眞正表示土壤有效態磷，但此則除受土壤因子影響外，尚與植物、氣候以及管理等有關，因此利用土壤特性因子是否可能改進土壤磷測定值與水稻磷吸取量間之關係，有加以探討的必要。

試驗方法

本試驗之20種供試土壤特性與7種磷測定方法以及在該等土壤上所舉行田間試驗之設計及管理均詳前兩報[4,5]。本文僅取無磷區與施磷區兩處理水稻，收穫後，經乾燥，稱量，依區別分析其穀藁中含磷百分率，再求其磷吸取量。統計分析乃照下列步驟進行：

迴歸方程式 Regression equations	決定係數 Coefficients of determination	獨立變數個數 No. of indenpendent variable, k
$Y=a_0+a_1P_1$ ······ I	r_1^2	1
$Y=b_0+b_1P_1+b_2P_1^2$ ······ II	R_2^2	2
$Y=c_0+c_1X_1+c_2X_1^2$ ······ III	R_3^2	2
$Y=d_0+d_1P_1+d_2P_1^2+d_3X_1+d_4X_1^2+d_5P_1X_1$ ······ IV	R_4^2	5
$Y=e_0+e_1P_1+e_2P_1^2+e_3X_1+e_4X_1^2+e_5P_1X_1+e_6W$ ······ V	R_5^2	6

1.試驗報告農試字第七九八號　2.臺灣省農業試驗所技正、技術員

將Ⅳ式，予以微分（dY/dX_1），以測定X之影響方向：

By differentiating equation IV to distinguish the direction of the effect due to X：

$dY/dX_1 = d_3 + 2d_4X_1 + d_5P_1$ ………………VI

F-test： $F = \frac{r_1^2/k}{1-r_1^2/n-k-1}$， $F = \frac{R^2/k}{1-R^2/n-k-1}$

F-test between：

(1) $R_2^2 - r_1^2$ $F = \frac{R_2^2 - r^2{}_1/2-1}{1-R_2^2/n-k-1}$，(2) $R_4^2 - R_2^2$ $F = \frac{R_4^2 - R_2^2/5-2}{1-R_4^2/n-k-1}$

式中 Y 為水稻磷吸取量 kg/ha, P_1 為各種方法所得磷測定值 ppm, X_1 或 W 均為土壤特性因子之測定值如 pH，Clay，Exch. Ca 等， a, b, c, d及 e 均為常數， r 為直線相關係數，R 為曲線相關係數， n 為樣本個數， k 為獨立變數個數， dY/dX_1 為斜率， 用以測定土壤特性因子對於水稻磷吸取量影響之正負方向。

結果與討論

土壤特性與水稻磷吸取量之關係 ：從表 1 示水稻磷吸取量與若干土壤特性因子如 pH 、粘土、交換性鈣或鹽基飽和度均呈顯著乃至極顯著之負相關，換言之，此等特性因子之測定值，若超過某限

表 1. 水稻磷吸取量與土壤性因子的相關係數

Table 1. Correlation coefficients between the values obtained from P-uptake of rice plant and those from soil characterizing analyses

Soil characteristics	1st crop		2nd crop	
	Y^-	Y^+	Y^-	Y^+
PH	− 0.39	− 0.61**	− 0.64**	− 0.66**
Clay %	− 0.42	− 0.63**	− 0.39	− 0.40
Organic matter %	0.20	− 0.47*	− 0.48*	− 0.52*
CEC me/100 gm	− 0.06	− 0.22	0.002	− 0.09
Exch. Ca me/100 gm	− 0.37	− 0.57**	− 0.54*	− 0.54*
Exch. Mg me/100 gm	0.07	− 0.28	− 0.03	− 0.04
Exch. K me/100 gm	0.09	− 0.16	0.04	0.06
Free Fe oxides %	− 0.17	− 0.26	0.04	0.01
Extractable Al ppm	0.05	0.23	0.44	0.43
Base saturation %	− 0.33	− 0.53*	− 0.55*	− 0.51*
K-adsorption ratio KAR	0.26	0.21	0.34	0.38

** and * stand for significant at 0.01 and 0.05 level, respectively. Y^- and Y^+ indicate the P-uptake obtained from the plots without and with phosphorus, respectively.

度時，對水稻磷之攝取將有不利影響 。李子純等 (3) 研究中部粘板岩冲積土性質與水稻生長之關係時，亦認為土壤 pH 與稻株中磷含量有極顯著之負相關，可能由於pH 高時，土壤溶液中所含 HCO_3^-, Ca^{++} 等離子濃度較高所致。由此顯示過去農田磷速測值之校正，僅憑單獨磷測定值與磷吸取量或作物收量百分率（無磷區收量／施磷區收量×100）之相關情形， 而忽視土壤特性因子的影響， 因而其

相關係數，往往不高，應用於錯綜複雜的農田，其可靠度誠有加以檢討的必要。

土壤磷測定值與水稻磷吸取量之關係：表 2 示勿論期作，施磷與否，水稻磷吸取量與 7 種方法所得磷測定值之相關係數，均未達顯著平準，甚至若干方法所得磷測定值與水稻磷吸取量尚呈負相關，其中尤以 Resin-P, EDTA-P 及 N. Carolina-P 最爲明顯。據張守敬氏 [1] 引述 Ishizuka 與 Tanaka 之研究報告，認爲磷肥不似氮、鉀肥，即使施用過量，僅提高稻體中磷濃度而不顯著降低收量，因此呈負相關者似非由於土壤中含磷過高所致。又作者等在前報 [5] 中顯示 Resin-P, EDTA-P 及 N. Carolina-P 之來源均與 Exchangeable Ca 有關，而 Exch. Ca 過量時，確可阻礙水稻對於磷的吸取，因此該等方法所得磷測定值與水稻磷吸取量呈負相關者，推測可能由於其測定值可代表部分 Exch. Ca 所致。

表 2. 水稻磷吸取量與各種方法所得磷測定值的相關係數

Table 2. Correlation coefficients between P-uptake of rice plant and P-test values from various procedures

		Olsen P	Bray P	Resin P	EDTA P	Water P	Al-Abbas P	N. Carolina P
1st crop	Y-	−0.09	0.11	− 0.31	− 0.14	0.04	0.07	− 0.09
	Y+	0.02	0.28	− 0.26	− 0.08	− 0.007	0.24	− 0.05
2nd crop	Y-	0.08	0.18	− 0.22	− 0.31	0.23	0.37	− 0.18
	Y+	−0.01	0.11	− 0.35	− 0.37	0.12	0.30	− 0.17

Y- and Y+ stand for the P-uptake from the plots without and with Phosphorus, respectively.

土壤特性對於磷測定值與水稻磷吸取量相關之影響：

有關土壤特性因子如交換性鉀、可抽出鋁，及鉀吸着比 (potassium adsorption ratio, KAR) 未列入表 3 內，因統計結果，其對於供試土壤之水稻磷吸取量影響不大。表 3 中 r_1^2 及 R_2^2 乃分別從迴歸方程式 I 及 II 求得，其中水稻磷吸取量與各法所得磷測定值之 R_2^2 值，只有無磷區水稻磷吸取量與 Water-P 所得者達到顯著平準，但 R_2^2 值普遍地較 r_2^2 值爲高，尤其在第一期作之下，其差異 (R_2^2-r_2^2) 常達到顯著平準 (表 4)，因而仍用迴歸方程式 II 求其相關情形。

從水稻磷吸取量與土壤特性因子之迴歸方程式 III 所得 R_3^2 值，多較其 R_2^2 值爲高，其中以土壤 pH 影響最大，勿論期作，施磷與否，其與水稻磷吸取量所得 R_3^2 值，均達到顯著平準，其次爲

表 3. 由迴歸方程式 I 至 IV 所得決定係數 (r^2 或 R^2)

Table 3. Coefficients of determination (r^2 or R^2) for the regression I to IV

Y	P_1	r_1^2	R_2^2	R_3^2 or R_4^2 for X= pH	Clay	O. M.	CEC	Ca	Base saturation
				1st crop					
Y-				0.3371*	0.3998*	0.4064*	0.2773	0.1410	0.1116
	Olsen	0.0081	0.2592	0.5476*	0.5184*	0.6084*	0.4356	0.3969	0.4225

	Bray	0.0121	0.1679	0.4900	0.5625*	0.6084*	0.4489	0.3969	0.4356
	Resin	0.0961	0.2180	0.4900	0.5929*	0.4225	0.3364	0.2916	0.2809
	EDTA	0.0196	0.0279	0.3969	0.5041	0.4489	0.3025	0.2116	0.2704
	Water	0.0016	0.3011*	0.6241*	0.6561**	0.6724**	0.5329*	0.4900	0.5041
	Al-Abbas	0.0049	0.0343	0.5929*	0.4489	0.5476*	0.3249	0.2116	0.2116
	N. Carolina	0.0081	0.1972	0.6084*	0.5041	0.4225	0.4761	0.3481	0.3025
Y+				0.4182**	0.5606**	0.2796*	0.3864*	0.3634*	0.3070*
	Olsen	0.0004	0.2644	0.6561**	0.6724**	0.4761	0.6084*	0.5625*	0.5476*
	Bray	0.0784	0.0902	0.4489	0.6724**	0.4761	0.5476*	0.4225	0.3721
	Resin	0.0676	0.1704	0.5184*	0.6400**	0.3249	0.3969	0.4761	0.4225
	EDTA	0.0064	0.0084	0.4356	0.6724**	0.3364	0.4225	0.3721	0.3136
	Water	0.0001	0.1287	0.5626*	0.6084*	0.4761	0.4761	0.4900	0.4624
	Al-Abbas	0.0576	0.0876	0.6561**	0.7225**	0.3844	0.6084*	0.4356	0.4225
	N. Carolina	0.0025	0.2427	0.5625*	0.6400**	0.3969	0.5041	0.5625*	0.5041
					2nd crop				
Y-				0.4368**	0.1878	0.3146*	0.2274	0.3456*	0.3588*
	Olsen	0.0064	0.0787	0.4761	0.3481	0.4356	0.3969	0.4096	0.4489
	Bray	0.0324	0.0402	0.4489	0.2916	0.4489	0.3481	0.3844	0.3969
	Resin	0.0484	0.0506	0.4356	0.3136	0.3721	0.2601	0.3721	0.3844
	EDTA	0.0961	0.1080	0.4624	0.3364	0.3481	0.2601	0.3969	0.4225
	Water	0.0529	0.0534	0.5041	0.3844	0.3721	0.3481	0.4096	0.4225
	Al-Abbas	0.1369	0.1370	0.4900	0.4489	0.5041	0.6724**	0.4761	0.4225
	N. Carolina	0.0324	0.1325	0.5929*	0.2704	0.3600	0.3600	0.6400**	0.6241*
Y+				0.4720**	0.3429*	0.3635*	0.2709	0.3895*	0.3332*
	Olsen	0.0001	0.0791	0.5184*	0.4624	0.4356	0.3721	0.4489	0.4489
	Bray	0.0121	0.0182	0.5041	0.3969	0.4761	0.3481	0.4356	0.3844
	Resin	0.1225	0.1279	0.4624	0.4356	0.3969	0.2916	0.4356	0.3969
	EDTA	0.1369	0.1415	0.5184*	0.4489	0.4356	0.3249	0.4489	0.4225
	Water	0.0144	0.0154	0.5014	0.5476*	0.3969	0.3364	0.4096	0.3721
	Al-Abbas	0.0009	0.0964	0.5184*	0.5329*	0.5041	0.6889**	0.4761	0.3844
	N. Carolina	0.0289	0.0609	0.6241*	0.3721	0.3969	0.3025	0.6724**	0.6084*

* and ** stand for significant at 0.05 and 0.01 level, respectively.

Clay 與有機物含量，再次爲 CEC ，交換性鈣及鹽基飽和度。換言之，在此等供試土壤中，水稻磷吸取量受土壤特性因子之影響甚大， 將迴歸方程式Ⅳ予以微分後， 求其接近數據中心位置之斜率(dY/dX_1)時，顯示土壤特性因子的影響均屬負效應(表4)，因而單憑土壤磷測定值甚難與水稻磷吸取量獲得顯著的相關。

表 4. R_2^2-r_1^2 與 R_4^2-R_2^2 之差異顯著性 F 值測定及迴歸方程式Ⅳ之斜率 (dY/dX) 正負效應

Table 4. F-tests for the significance of differences between R_2^2-r_1^2 and between R_4^2-R_2^2 and sign, positive or negative, for general trend with respect to X (dY/dX) in regression IV

Y	P_1	R_2^2-r_1^2	R_4^2-R_2^2					Base saturation
			pH	Clay	O. M.	CEC	Ca	
				1st crop				
Y-								
	Olsen	**	— *		—**			
	Bray			— *	—**			
	Resin			— *				
	EDTA							
	Water	**	— *	— *	—**			
	Al-Abbas	*	—**		—**			
	N. Carolina	*	— *					
Y+								
	Olsen	*	—**	—**		— *	— *	— *
	Bray			—**		— *		
	Resin		— *	—**				
	EDTA			—**				
	Water		—**	—**				
	Al-Abbas		—**	—**		—**		
	N. Carolina	**	— *	—**			— *	
				2nd crop				
Y-								
	Olsen							
	Bray							
	Resin							
	EDTA							
	Water							
	Al-Abbas							
	N. Carolina		—**			—**	—**	—**
Y+								
	Olsen		— *					

Bray							
Resin							
EDTA		— *					
Water			—**				
Al-Abbas		— *	—**		—**		
N. Carolina		—**				—**	—**

* and ** stand for significant at 0.05 and 0.01 level, respectively.

從水稻磷吸取量與土壤特性因子及磷測定值之迴歸方程式 Ⅳ 所得 R_4^2 值均較 R_3^2 值爲高，且在第一期作之下，勿論施磷與否，若參與適當的土壤特性因子如 pH 或 Clay 等於其迴歸方程式Ⅳ中，則各種方法所得磷測定值，除 EDTA 法外，似乎均有同等功效，其 R_4^2 值均達到顯著乃至極顯著平準；但在第二期作之下，其 R_4^2 值顯著與否，與磷測定方法似有關係，或因第二期作栽培前，未曾重新採取土壤分析。在 7 種測定法中，以 Al-Abbas-P 參與 CEC 所得 R_4^2 值，或以N. Carolina-P 參與 Exch. Ca 所得 R_4^2 值最高，均達到極顯著平準，其中值得注意者爲 Al-Abbas-P 乃用 $NaOH-Na_2C_2O_4$ 鹼性抽取液，而 N. Carolina-P 乃用 $HCl-H_2SO_4$ 酸性抽出液，兩者性質迥然不同，但可因參與適當土壤特性因子，而改善水稻磷吸取量之校正公式，更可顯現土壤特性因子的重要性。

水稻磷吸取量實測值與迴歸方程式所得估計值之比較：以上各節多討論磷測定值及土壤特性因子在迴歸方程式中對於 R^2 值之影響。事實上，各迴歸方程式所得水稻磷吸取量之估計與其實測值之分佈情形，亦有加以探討的必要。爲節省篇幅起見，僅將 Al-Abbas 氏法所得磷測定值舉例於次：

圖1.乃將 Al-Abbas-P 測定值及土壤特性因子測定值分別代入迴歸方程式 Ⅱ. Ⅲ 及 Ⅳ 求得之水稻磷吸取量估計值，再與其實測值繪於座標圖上，並在 45° 處繪一對角線，若估計值與實測值愈近似，則點之分佈愈接近對角線，否則反是。圖 1a 及 1d 乃單獨以磷測定值估計水稻磷吸取量，其 R_2^2 值均未達顯著平準，其點之分佈多遠離對角線，圖 1b 及 1e 乃以土壤特性 pH 及 CEC 分別估計水稻磷吸取量，其 R_3^2 值前者達到顯著平準，後者則否。圖 1c 及 1f 乃分別以磷測定值與土壤 pH，及磷測定值與 CEC 估計水稻磷吸取量，其 R_4^2 值前者達到顯著平準，後者則達到極顯著平準，後者點之分佈相當接近於對角線。但前者（圖1c）仍有若干點之分佈遠離對角線，且多在對角線之下方，換言之，從迴歸方程式Ⅳ所得估計值中，若干點遠較實測值爲低，此可能因迴歸方程式 Ⅳ 尚未包括其他足可影響水稻磷吸取量之土壤特性因子在內。圖2.乃從迴歸方程式Ⅴ求得之水稻磷吸取量之估計值與其實測值之分佈情形，顯示添加 Clay 因子後，所得 R_5^2值較 R_4^2 值爲高，其點之分佈若與圖 1c 比較時，則更接近於45°對角線，在迴歸方程式中，未列入 $(Clay)^2$, Clay×pH, Clay×P 及 Clay×pH×P 等項，乃因本試驗中樣本總數共爲20，若將以上各項列入，則自由度劇降，影響試驗結果的準確性。

以上在在表示土壤特性因子對於水稻磷吸取量有密切關係。因此推測舉行磷測定值田間校正時，爲減少土壤特性因子過分影響而冲淡磷定值的效應，宜將本省農田參照土壤詳測資料及其表土特性劃分爲若干區域，分別進行，由於同一區域內，個別農田間之土壤特性甚難一致，仍宜採用本文所述迴歸方程式 Ⅳ 或 Ⅴ 或其他更適合的公式，以求同一區域內所受土壤特性因子的影響，藉可提高磷測定值的準確性，發揮土壤磷測定值的功效。

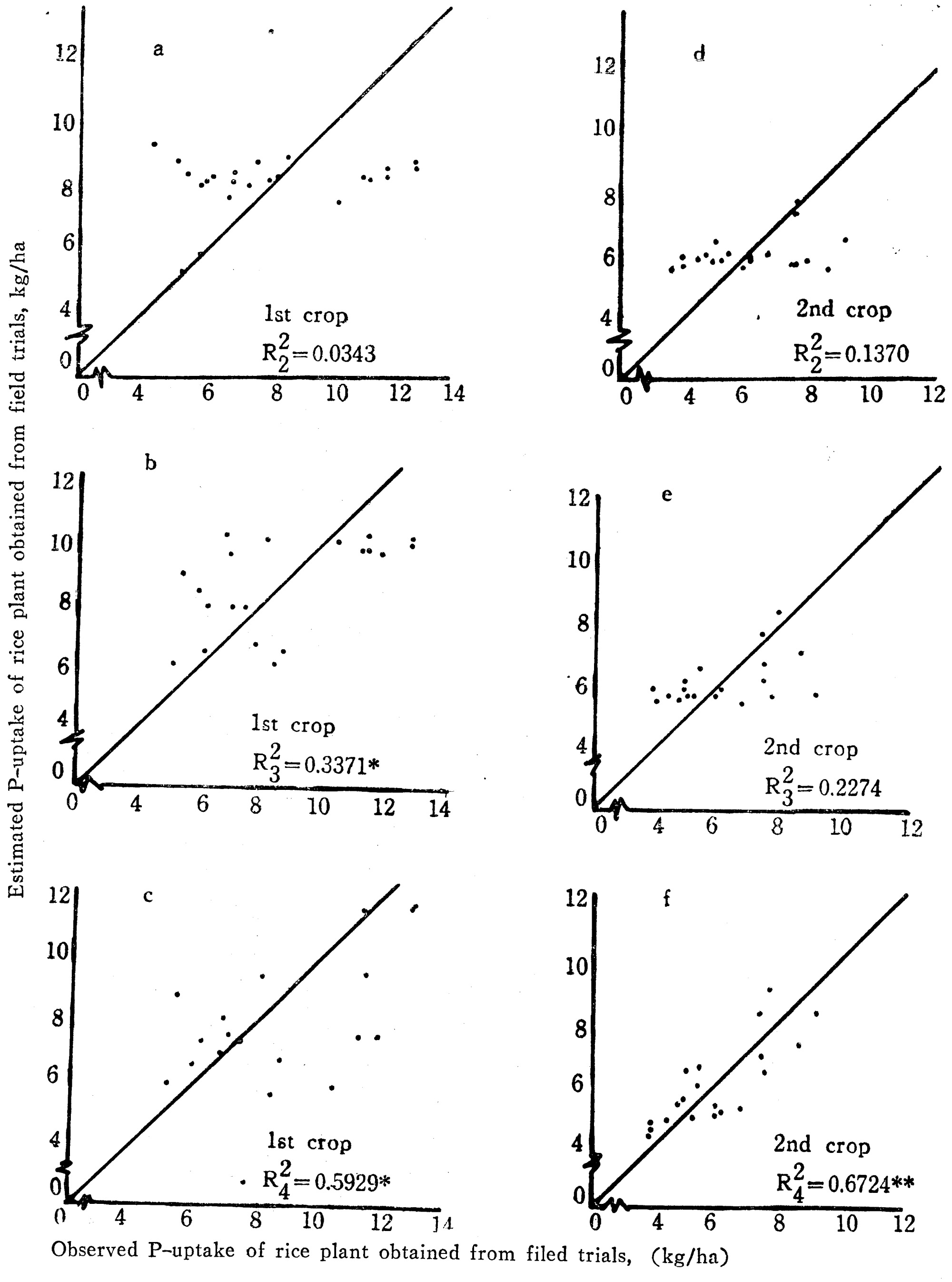


圖1.由下列迴歸方程式所得估計值與水稻磷吸取量實測值之比較

Fig. 1. Dot charts showing observation and estimation for equations:

a. $Y=9.5404-0.0194P+0.00005P^2$, b. $Y=-45.2971+18.5090\ (pH)\ -1.5583\ (pH)^2$,

c. $Y=-14.9903-0.3221P+0.0003P^2+13.2950\ (pH)\ -1.3713\ (pH)^2+0.0373P\times(pH)$

d. $Y=5.3270-0.0074P-0.000001P^2$,

e. $Y=11.9678-0.9449\ (CEC)\ +0.0343\ (CEC)^2$

f. $Y=16.9100-0.0285P-0.00003P^2-1.7318\ (CEC)\ +0.0475\ (CEC)^2+0.0047P\times(CEC)$

* Y=P-uptake from the plots treated without phosphorus,

P=P-test values obtained from Al-Abbas method.

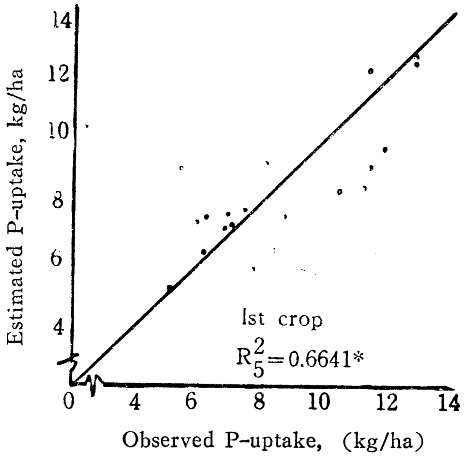


圖2. 由下列迴歸方程式所得估計值與水稻磷吸取量實測值之比較
Fig. 2. Dot chart showing observation and estimation for equation:

$Y = -40.74 - 0.2030P + 0.0002P^2 + 20.6131\,(pH) - 1.85\,(pH)^2 + 0.0236P \times (pH) - 0.0942\,(Clay)$

*Y=P-uptake from field trials treated without phosphorus,
P=P-test values obtained from Al-Abbas method.

參考文獻

1. Chang, S. C. 1976. Phosphorus in submerged soils and phosphorus nutrition and fertilization of rice (manuscript) presented at Seminar on the Fertility of Paddy Soils. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taiwan, Republic of China.
2. Colwell, J. D. 1967. The calibration of soil tests. Jour. Aust. Inst. Agr. Sci. 33 (4) : 321—330.
3. 李子純、李顯珵、林家棻 1974 中部粘板岩冲積土性質與水稻生長及產量之關係研究 農業研究23 (4) : 242—254，臺灣省農業試驗所。
4. 林家棻、張愛華、吳懷國 1977 中部土壤所含磷形態與稻穀收量及磷吸取量之關係。 中華農業研究26(1) : 25－41 臺灣省農業試驗所。
5. 林家棻、張愛華、吳懷國 1977 土壤特性對於磷測定值間相關之影響 中華農業研究26 (2) : 127—137 臺灣省農業試驗所。

EFFECTS OF SOIL COMPOSITION ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN P-UPTAKE OF RICE PLANT AND SOIL TEST VALUES FOR PHOSPHORUS FERTILIZER REQUIREMENTS

by

C. F. Lin, W. K. Wu, nad A. H. Chang

Summary

This paper was a continuation of the previous one for the purpose of obtaining the relationships between P-uptake of rice plant and soil P-test values as affected by soil composition participating in the calibration equation. The P-uptake of rice plant including grain and straw was obtained from plots treated with and without phosphorus from twenty field trials scattered in Central Taiwan. The soil composition and soil P-test methods were all the same as given in the previous paper.

The results indicated that P-uptake of rice plant under field condition was highly affected by soil composition but less by P-test value alone in the region. The relationships between P-uptake of rice plant and soil P-test values obtained by various procedures were generally improved, if allowance was made for the effects of soil composition, particularly with respect to pH and clay, in the case of the first crop. While in the second crop, the P-test calibration equation was remarkably improved either by adding the variable for CEC in Al-Abbas-P test value or by adding exchangeable Ca in North Carolina-P. As these two extractants ($NaOH$-$Na_2C_2O_4$ vs HCl-H_2SO_4) are extremely different in nature, it further confirms the importance of participating soil composition in the P-test calibration equation.

From the effects of soil composition on the relations between P-uptake of rice plant and soil P-test values that have been demonstrated, it is suggested that to reduce the effects of variation in soil composition for soil testing, a region may be partitioned into areas of relatively uniform soil and developing soil tests for these more uniform areas. As the variation in soil composition from paddy to paddy is unavoidable, the P-test calibration equation for grain yield may be improved by taking the form corresponding to regression IV or V as given in the paper or other fitting model to allow for variation in soil composition.

肥田利地（Fertilaid）施用效果觀察試驗[1]

趙政男　楊遜謙[2]

摘要　「肥田利地」係臺灣農產品外銷市場研究中心於 1974 年自美國引進的一種有機活性劑(Organic activator) 肥料，施用後能改良土壤質地，而有利於農作物之生長與產量的提高。本試驗乃觀察肥田利地施用後對水稻生長發育與稻穀產量之影響，初步結果顯示稻田施用肥田利地並不能獲致增產效果。導致肥田利地表現欠佳之原因，係由於肥田利地施用區之分蘗能力與每株穗數較單施化學肥料區爲差所致。但由於肥田利地之施用可提高有效分蘗率與減輕穗頸稻熱病之罹病率，故若能改良其施用方法，將可使稻穀產量獲得提高。

前　　言

自1973年能源危機發生以後，世界各國均普遍發生化學肥料供不應求，與肥料價格日益上漲之嚴重現象[2] [4]，而化學肥料爲目前農業生產之主要原動力，影響所及，糧食問題亦日趨嚴重。爲求今後糧食作物生產之穩定，及減少對化學肥料之需求量，近年來曾有各種成分之有機質肥料被試用於水田[1]。本分所亦於民國64年承臺灣農產品外銷市場研究中心之資助，辦理兩期之“肥田利地”施用效果觀察試驗。茲將初步所得結果摘錄報告於後。

材料與方法

供試品種：臺南５號（蓬萊稻）、嘉農秈11號（在來稻）。供試肥料：化學肥料以硫酸錏、過磷酸石灰、氯化鉀爲主，而肥田利地（Fertilaid）則係臺灣農產品外銷市場研究中心於 1974 年自美國引進的一種有機活性劑肥料，其主要成分爲Total Nitrogen (N) 4 %、Water insoluble nitrogen 1%、 Available phosphoric acid (P_2O_5) 2%、 No soluble potash (K_2O) 則無，故商品名爲 Fertilaid 4-2-0。肥料處理：依含氮化學肥料（硫酸錏）與肥田利地之有無，分（１）單施化學肥料區（對照區、（２）化學肥料與肥田利地混合施用區、（３）單施肥田利地區等三種處理，各處理之施肥量與施肥方法分述如下：

（１）單施化學肥料區　每公頃之施肥量爲 N 120-P 80-K 80 公斤，分三次施用，其施肥法以40%N 100% P60% K在移植前一天作爲基肥施用，而以30%N 20%K 於移植後（Ｉ期30日、Ⅱ期20日）作爲第一次追肥施用，餘下之 30%N 20%K 於移植後（Ｉ期50日、Ⅱ期40日）作爲第二次追肥施用。

（２）化學肥料與肥田利地混合施用區　每公頃除施用 N35-P38-K36 公斤之化學肥料外，另加上350公斤之肥田利地（F），其施肥方法以100% F-100% P-50% K爲基肥，50%N-50%K爲第一次追肥，餘下之 50%N 爲第二次追肥，各次肥料施用期同處理（１）。

（３）單施肥田利地區　每公頃僅施用 500公斤之肥田利地與36公斤 K_2O ，施肥方法則分兩次施用，以 75% F-50% K 爲基肥，而以 25% F-50% K 爲第一次追肥，各次肥料施用期同處理（１）。

本試驗蒙臺灣農產品外銷市場研究中心提供試驗材料及經費補助，文成後並蒙李分所長良斧正，謹此敬誌謝忱。

1. 試驗報告農試字第七七九號。

2. 臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所技佐、技士。

在第二期作除將肥田利地之施用量每公頃再酌增 300公斤外，其餘化學肥料之施用量均與第一期作相同；至於施肥方法除將作爲基肥用之肥田利地提早於移植前一週施用外，其餘之施肥比例與施用時期均如前述而與第一期作同。

試驗設計　採用裂區設計，以肥料處理爲主區，品種爲副區，隨機排列，重複 4 次，小區面積爲10平方公尺，行株距爲25×20公分。

試驗田地力如下：

項目 土別	PH值	有機質	有效性磷	交換性鉀	質地	全氮 %	交換性鈣
表土	5.9	1.83	56.4	37	壤土	0.119	8.63
心土	6.9	1.50	67.1	24	壤土	0.095	12.38

結果與討論

1. 施用肥田利地對稻穀產量之影響

由稻穀產量表（表一）可看出，第一期作品種間均以單施化學肥料區之產量最高，平均較肥田利地施用區在臺南 5 號約高出7.3～15.9%，而在嘉農秈11號則高出5.0～18.1%；至於第二期作則除嘉農秈11號在肥田利地施用區可獲致 4.6～18.9 %之增產效果外；臺南 5 號在各處理間仍以化學肥料施用區之產量最高。導致第二期作嘉農秈11號在肥田利地施用區獲得增產效果之主要原因，係由於嘉農秈11號在第二期作發生穗頸稻熱病，而其罹病率在肥田利地施用區較單施化學肥料區爲輕所致（見表三）。由此顯示施用肥田利地並不能使稻穀產量獲得提高，亦即肥田利地之肥料效應不及化學肥料。然就肥田利地施用區而言，在肥田利地與化學肥料混合施用區，其稻穀產量又較單施肥田利地區爲高，一二期作分別高出8.6～13.1%與 1.0～4.3%，此則顯示單施肥田利地之肥料效應又較化學肥料與肥田利地混合施用區爲差，由是似可設論肥田利地不宜單獨施用，若欲施用時必須與氮素化學肥料配合使用，方能提高其肥效。至於品種間、期作間對肥田利地肥效之反應，並不因品種別、期作別之不同而有所差異，此由產量變方分析結果（表二）亦可看出，一二期作間處理×品種之交感作用的未達顯著水準。

表一、施用肥田利地對稻穀產量之影響

品種	處理	第一期作		第二期作		兩期平均	
		產量 (kg/ha)	指數 (%)	產量 (kg/ha)	指數 (%)	產量 (kg/ha)	指數 (%)
臺南 5 號	1	6,253.6	100	4,245.0	100	5,249.3	100
	2	5,800.0	92.7	4,070.0	96.0	4,935.0	94.4
	3	5,257.6	84.1	4,015.0	95.0	4,636.3	89.6
嘉農秈 11 號	1	5,757.6	100	4,345.0	100	5,051.3	100
	2	5,471.6	95.0	4,732.6	108.9	5,102.1	104.0
	3	4,717.0	81.9	4,545.0	104.6	4,631.0	93.3

表二、產量變方分析表

變因	自由度	均方		F值		理論F價	
		I期	II期	I期	II期	5%	1%
區集	3	84,189.0	122,853.82	—	—	—	—
處理	2	536.939.4	8,738.55	49.6**	0.13	5.14	10.9
機差(1)	6	10,835.9	66,920.49	—	—	—	—
品種	1	306,004.3	278,426.04	4.76	3.09	5.12	10.6
處理×品種	2	5,837.5	43,238.54	0.09	0.48	4.26	8.02
機差(2)	9	64,233.3	90,126.04	—	—	—	—

2．施用肥田利地對主要農藝性狀之影響

肥田利地施用區之株高、穗數均低於單施化學肥料區（表三），顯示肥田利地施用區其有效性氮肥供給不足，植株之生長勢較化學肥料施用區弱，而穗數之減少爲導致肥田利地施用區之產量不及化學肥料施用區之主要原因。有效分蘖率則因肥田利地之施用較單施化學肥料區高，類此結果，Fedil. C. Porter (1974)[3] 亦有相同之報告。生育日數各處理間之差異雖小，但單施肥田利地區似較化學肥料施用區約可提早2～3天成熟；穗頸稻熱病之罹病率因肥田利地之施用顯然較單施化學肥料區爲輕，此爲導致第二期作嘉農秈11號在肥田利地施用區獲得增產效果之主要原因。故由此似可推論施用肥田利地似有減輕穗頸稻熱病之趨勢。

表三、施用肥田利地對主要農藝性狀之影響

品種	處理	株高（公分）		穗數		有效分蘖率a.（%）		生育日數 b.		穗頸稻熱病（%）
		I期	II期	I期	II期	I期	II期	I期	II期	II期
臺南5號	1	99.4	108.1	18.1	14.6	69.1	89.6	99.0	58.0	—
	2	91.7	100.8	14.8	12.8	81.9	94.1	98.0	57.0	—
	3	92.7	100.4	15.8	10.8	88.5	89.3	97.5	56.5	—
嘉農秈11號	1	78.7	86.9	17.8	15.3	61.5	61.5	96.5	64.3	78.8
	2	74.4	86.1	15.1	15.1	65.9	76.7	96.3	61.5	43.8
	3	73.0	83.0	13.7	13.8	64.3	76.7	93.3	61.3	21.3

備註：a. 有效分蘖率$=\dfrac{\text{成熟期之穗數}}{\text{移植後（I期60日、II期50日）之分蘖數}}\times 100$

b. 生育日數係自移植期至抽穗期。

3．施用方法與施用時期對肥田利地肥料效應之影響

肥田利地在化學肥料與肥田利地混合施用處理中係一次作爲基肥施用，而在單施肥田利地處理中則分基肥與追肥兩次施用，結果一二期作均顯示化學肥料與肥田利地混合施用區之效果優於肥田利地單獨施用區，此除暗示肥田利地不宜單獨施用外，亦不宜作爲追肥分次用。至於施用時期對肥田利地肥料效應之影響，由產量及主要農藝性狀所得結果，不同處理間一二期作均呈現同一趨勢之現象，似

可看出將肥田利地提前於移植前一週施用與在移植前一天施用，肥利田地之肥料效應似無顯著差異，但由產量及各主要農藝性狀在肥田利地施用區與化學肥料施用區之差距，第二期作小於第一期作之結果，似可設論提早肥田利地之施用期可使其肥效獲得改善，Fedil. C. Porter (1974)[3] 亦指出肥田利地於移植前七天施用，較移植後施用有利。

4.綜合以上結果，肥田利地在本試驗表現欠佳之主要原因，係由於每株穗數較少，亦即肥田利地施用區之分蘖能力較單施化學肥料區爲差所致，因此，如能提高肥田利地施用區之分蘖數，其產量將可預期達到或甚至超越化學肥料施用區而獲得增產效果。欲提高肥田利地施用區之分蘖數，則必須提高分蘖期時植株之含氮量，亦即在分蘖時期土壤中必須有足够的有效性氮肥供給植株吸收利用，因分蘖數與分蘖時期植株之含氮量有極顯著之正相關 (S. Matsushima 1967)[5]。肥田利地因肥效分解緩慢，在分蘖時期有效性氮肥供給不足，如欲提高其分蘖時期土壤中之有效性氮肥，若在分蘖初期再酌予速效性氮素化學肥料 (Quick-acting nitrogen fertilizer) 之施用，或將肥田利地之施用時期再予以提前，使其預先充分完成分解過程，則其稻穀產量或可因而獲得提高。

參 考 文 獻

1.民國65年土壤肥料試驗報告。臺灣省政府農林廳。

2. Akira Tanaka (1975) : Characteristics of high-yielding varieties in relation to their fertilizer requirements. ASPAC. Extension Bulletin No. 57. pp. 1~32.

3. Fedil. C. Porter (1974) : Preliminary reporters on Fertilaid tested on Guadalupe clay soil. John C. Porter Enterprise INC. pp. 1~6.

4. International Rice Research Conference (1976) : Cooperative trials on increasing fertilizer efficiency in rice. IRRI.

5. S. Matsushima (1967) : Nitrogen requirements at different stage of growth, sympossium on the mineral nutrition of the rice plant. pp. 219~242.

PRELIMINARY OBSERVATION ON THE EFFECT OF "FERTILAID" ON PADDY RICE

by

C. N. Chao and S. C. Yang

Summary

"Fertilaid" is an organic activator which was introduced from United States by Taiwan Agricultural Products Export Market Research Center in 1974. It has been reported that "Fertilaid" could improve soil structure and increased the growth and yield of various crops. This experiment was conducted to observe the effect of "Fertilaid" on the growth and yield of rice in Taiwan. Preliminary results indicated that chemical fertilizer alone treatments showed high grain yields over that of "Fertilaid" treatments, the combinations of chemical fertilizer and "Fertilaid" treatments further increased the yields over the "Fertilaid" alone. The "Fertilaid" application treatments caused the decrease of grain yields that appeared to be due to the decrease in either tillering ability or number of panicles per plant. Since the "Fertilaid" can increase the percent of effective tillers and reduce the infection rates of panicle-neck blast disease, therefore, the grain yields of "Fertilaid" treatment will be increased if the methods of "Fertilaid" application can be improved.

臺灣木瓜品種改良之研究[1]

張　振　宙[2]

摘要　夏威夷品種木瓜，品質優異，最符合外銷之要求。但在臺灣栽培結果，性變之表現極爲顯著，致正常果實產量甚低；又因低溫期間糖度大減(8)，嚴重影響其品質，證明臺灣氣候對木瓜之栽培，并非適宜。欲求改善正常果實之產生，正常兩性花之人工自交可以逐步獲得其效果。如欲保持其優良品質，則宜就A_{32}與A_5之雜交後代中選取之。

引　言

改良木瓜品種之主要要求爲產量高、果實大小適中、果形整齊、果肉厚而堅實、肉色與皮色美觀、果腔細小、糖度高、無不良氣味及心皮變異（carpellody）與不孕性（sterility），同時抗病力强[(2)]。其目的有二：一爲適合外銷鮮果市場之要求；一爲適合加工之需要。外銷鮮果市場需要小形果實（12～20盎斯）；加工需要較大果實（2～4磅）[(1)]。臺灣已往栽培之木瓜品種甚爲混雜，果實大小與形狀多不整齊，風味亦多欠理想，缺乏够水準之企業性品種，亟需從事有計畫而符合目的之改良。

1976年，中華民國園藝作物考察團自夏威夷引進其外銷品種多種[(8)]，經試種後，品質雖遠較其他品種爲優，但有效產期甚短，產量甚低，難以推行企業性之發展[(8)]。

改良木瓜品種最難克服之問題爲消除或減少兩性花之心皮變異與不孕性之產生[(2)]。變異心皮之產生與雄蕊之不正常發育成肉質心皮狀有關，即雄蕊變成果肉之一部份，而使果實變爲畸形，俗稱爲「貓面果」（cat-face fruit）；或有時與雌花果形相似，均無市場價值[(2)]。變異心皮，一般認爲是受環境因子之影響所引起[(2)]，特別以產自氣候溫暖地區之品種引植於低溫地區者，最易產生變異心皮。不孕性爲正常生產之兩性木瓜轉變爲雄性（maleness）之趨勢，不產生兩性花而僅有雄性花，高溫與乾燥認爲是促成不孕性之因素[(2)]。不同品種具有不同程度之不孕性與心皮變異之表現[(2)]。在改良品種方面，欲求免除此等不良特性，極爲困難[(2)]。夏威夷之Solo品種，由於多年來之選種與純系育種，此兩特性在夏威夷之企業性栽培地區較爲少見[(2)]。在天然條件下，如取種不當，此兩特性常易增加，故栽培者對於選種極爲重要[(2)]。

溫度對於木瓜之影響極爲重要。溫度不但可影響木瓜之花型與果形，亦影響木瓜之糖度與產量[(2)]。木瓜果實之糖度，冬季較夏季爲低：在夏威夷之Waimanalo約相差3.5%[(2)]；在臺灣嘉義相差達30～40%[(9)]；在夏威夷島（Hawaii Island）之Kainaliu海拔1,500呎處，其平均最低溫度與平均最高溫度各爲59.9°F與76.1°F，Solo品種木瓜產生之畸型或變異心皮果實達99%；在歐胡島(Oahu)之Waimanalo海拔100呎處，其平均最低溫度與平均最高溫度各爲69.7°F與80.8°F者，同一Solo品種僅12%爲變異心皮花與果實，其發生時期爲三月至七月[(12)]。據作者在臺灣嘉義初步觀察，夏威夷品種之冬季變異心皮果實達96%[(9)]。由於溫度之改變，影響木瓜之結果甚大，故在某一地區適合之品種，如非生態環境相近似，不宜推荐在另一地區栽培[(2)]。

本研究計畫承中正科學技術講座基金會獎助，謹致謝忱。

1 試驗報告農試字第八〇〇號

2 臺灣省農業試驗所嘉義分所技正

臺灣地區之氣候條件既與夏威夷有異，則適合夏威夷栽培之品種，自難在臺灣獲得同樣適應，必須經過改良後，方有發展希望。本研究之目的，即在首先明瞭臺灣氣候對夏威夷木瓜品種之影響程度，作為今後改良之根據；同時進行優良品種間之雜交後代分離，選出適合臺灣氣候條件之新品種。

材 料 與 方 法

（一）觀察夏威夷木瓜品種在臺灣氣候條件下，不同月份之性變情形：以 A_5×Sunrise（F_2）20株為供試材料，於每株均達開花期開始，在生長頂端用塑膠線套住，以劃分每月分化之花芽，俟全部花開，可以識別花型時，逐月調查其正常兩性花數、雄性花數與心皮變異花數。木瓜花序着生於每一葉腋間，每序具有多數花，但大多僅能結成果實一枚，有時結果二枚者，仍照一枚計算。如二枚果實中有正常果實一枚，心皮變異果實一枚者，照正常果實一枚計算，心皮變異果實則予以忽略不計。全花序為雄花者，記雄花一枚。即所記花型數與葉片數相符合，以便明瞭每月生長之葉片數，而以葉片之多少，代表其生長狀況。

（二）不同果型之種子育成之幼苗，對開花後之性變影響：以上20供試植株中，有5株來自人工自交正常果實，5株來自人工自交心皮變異果實，5株來自天然受粉正常果實，5株來自天然受粉心皮變異果實，藉以觀察不同花型來源之後代，是否有不同性變情形表現。

（三）夏威夷優良品種間雜交後代之繼續分離與選種：自 A_5×Sunrise（F_1）與Kapoho× A_5（F_2）中選出之優良植株，分別行人工自交，留種育苗，以期選出分離後之優良後代，包括A_5×Sunrise（F_2）與Kapoho×A_5（F_3）。

研 究 結 果

（一）兩性木瓜在不同月份之性變調查：根據已往研究[2]，認為兩性木瓜之性變是受溫度之變化所引起，則臺灣一年中各月氣溫變化頗為顯著，影響所及，對臺灣栽培之兩性木瓜必有其不同表現。據本研究1975年10月至1976年10月調查結果（表1），發現夏威夷品種木瓜，對臺灣氣候極具敏感，其兩性木瓜之性變情形，幾每月均有發生。

表1　夏威夷品種兩性木瓜（20株）在不同月份之性變情形

Table 1. No. and % of different kinds of flowers of hermaphrodite papaya of Hawaii strain produced in different month.

年　份 Year	花芽分化月份 Month	正常兩性花序數與（%） Normal hermaphrodite flowers	雄花序數與（%） Male flowers	變異花序數與（%） Carpellodic flowers	合計與（%） Total	平均每株花序數或葉片數 No. of leaves in av.
1975	10	144(66.4)	68(31.3)	5(2.7)	217(100)	10.85
	11	137(98.6)	0(0)	2(1.4)	139(100)	6.95
1975—1976	12—2	88(35.3)	0(0)	16(64.7)	249(100)	4.15
1976	3—4	67(16.5)	0(0)	339(83.5)	406(100)	10.15
	5	220(66.9)	53(16.1)	56(17.0)	329(100)	16.45
	6	103(43.3)	122(51.3)	13(5.5)	238(100)	11.90
	7	84(40.6)	120(58.0)	3(1.4)	207(100)	10.5
	8	161(64.7)	56(22.5)	32(12.9)	249(100)	12.45

9	141(59.5)	77(32.5)	19(8.0)	237(100)	11.85
合　計	1,145(50.4)	496(21.8)	630(27.7)	2,271(100)	113.6
平　均	57.3	24.8	31.5	113.6	—
10	95(52.2)	78(42.9)	9(4.9)	182(100)	9.1

本研究之調查是供試植株第一次開花後之第一年結果情形。自表1葉片生長數獲悉，木瓜之生長與氣溫之高低有密切關係，氣溫愈低，生長愈慢；臺灣中南部自11月開始，氣溫逐漸降低，木瓜生長亦隨之緩慢，一、二月爲最低，生長幾告停止；至三月溫度逐漸上昇，生長則隨之旺盛，而以五月之生長爲最旺盛，葉片數高達16.45枚， 可能與低溫期間之碳水化合物之貯積有關。依葉片數判斷，木瓜在生長旺盛期間，每月生長之葉片應在10枚以上，最多可達16.45枚。不及10枚者， 爲生長緩慢期（十一月至翌年二月）。

木瓜之雄性變異自五月（16.1%）開始，有逐漸增加趨勢，而以六（51.3%）、七（58.0%）月爲最盛，此後有逐漸減少趨勢（八月、九月、十月各爲22.5%、32.5%、31.3%）。全年雄性變異高達21.8%；雌性變異則適與之相反。凡低溫不適於雄性變異時期，雌性變異即相對增加。在嘉義氣候條件下，十二月至翌年二月之雌性變異高達64.7%，三至四月爲最高，達83.5%，此後隨溫度之增加，雌性變異有減少之趨勢。至於十一月無雄性變異時期， 雌性變異（1.4%）幷未相對增加， 以及三～四月溫度較十二～二月爲高時期較高，而十二月～二月之雌性變異（64.7%）反較三～四月（83.5%）爲低，則可能與營養狀況有關；即碳水化合物貯積愈多時期，對雌性變異愈爲有利。在嘉義氣候條件下，木瓜第一年開花結果期之全年雌性變異率爲27.7%，全年之雄性變異與雌性變異合計爲49.6%，證明臺灣南部各月氣候除十一月外，對兩性木瓜之性變，極爲有利。夏、秋有利於雄性變異，冬春則有利於雌性變異，雄性變異造成不結果實，使產量減少；雌性變異則造成無市場價值之畸型果實，而成爲減產之另一原因。

在嘉義栽培之夏威夷品種兩性木瓜，平均每株第一年所產生之花序數(或葉片數）爲113.5序（或枚），由於性變之產生，其第一年產生之正常果實數祇有花序數（或葉片數）之 50.4%，即 57.2枚。除去九月至二月開花所結果實，因糖度減低不適合市場需要外[9]，合格之正常果實不及30枚。

（二）不同果型之種子育成之幼苗，對開花後之性變影響：本研究在同一兩性植株上，選取正常兩性花與性變花，分別行人工自交授粉；另取正常兩性花與性變花令其天然受粉。果實成熟後，分別取其種子播種育苗。各選發育正常者5株種植，作爲供試植株，其第一年開花之性變情形如表2所示。

表 2　不同來源種子育成之兩性木瓜之性變情形

Table 2. Percentage of sex change of hermaphrodite papaya coming from different seed source.

種子來源 Seed sources	花型百分數（%） Flower types		
	正常兩性 Normal hermaphrodite	雄性 Male	畸形 Carpellody
正常兩性花自交 Normal hermaphrodite fl. self-pollinated	52.2	22.4	25.4
畸形花自交 Carpellodic fl. self-pollinated	54.6	15.8	29.6
正常兩性花天然受粉 Normal hermaphrodite fl. natural pollinated	47.2	28.1	24.7
畸形花天然受粉 Carpellodic fl. natural pollinated	47.7	21.6	30.9

自表2獲悉：正常兩性花之自交後代所結正常果實，較正常兩性花之天然受粉後代所結正常果實多5％；畸形花之自交後代所結正常果實，較畸型花之天然受粉後代所結正常果實多6.9％， 表示木瓜兩性花之自交，似有結正常果實較多之趨勢。正常兩性花自交後代之雄性變異與畸型花之自交後代之雄性變異各為22.4%與15.8%，雌性變異各為25.4%與29.6%，前者相差6.6%，後者相差4.2%，似可表示正常兩性花之自交後代有雄性變異增加之趨勢，畸型花之自交後代則有雌性變異增加之趨勢，正常兩性花之天然受粉後代與畸型花之天然受粉後代，則有同樣趨勢。此一事實似可作為育種之良好參考，即採用正常兩性花自交者，同時可獲得減少雄性與畸型之變異，相對可增加正常果實之百分數。畸型花不論自交或天然受粉，其後代之畸型變異，均有增加趨勢。

（三）夏威夷優良品種間雜交後代之繼續分離與選種：

A. A_5×Sunrise（F_1）之後代（F_2）選拔：1975年雜交 ，11月3日播種 ，1976年1月15日定植，共62株，選出生長正常，開始着果位置較低者6株。目前狀況如表3：

表 3 A_5×Sunrise（F_1）之後代（F_2）優選植株現況

Table 3. Selected progenies F_2 from A_5×Sunrise

株號 Plant No.	第一着果高度（cm） Height of the 1st. fruit	高生長（cm） Plant height	幹圍（cm） Circumference of stem	結果數 No of fruits	品質 Quality of fruit	備註 Remark
420	79	129	20.5	—	—	7月17日調查
424	82	135	21.0	—	—	〃
432	63	113	19.4	—	—	〃
446	70	119	20.0	—	—	〃
452	67	123	21.4	—	—	〃
457	78	135	22.0	—	—	〃

B. A_5×Sunrise（F_3）之後代（F_4）選拔：自26株選出2株，目前狀況如表4。

表4. A_5×Sunrise（F_3）之後代（F_4）優選植株現況

Table 4. Selected progenies F_4 from A_5×Sunrise

株號 Plant No.	第一着果高度（cm） Height of the 1st. fruit	高生長（cm） Plant height	幹圍（cm） Circumference of stem	結果數 No. of fruits	品質 Quality	備註 Remark
565	61	115	22.0	—	—	7月17日調査
578	67	122	19.0	—	—	〃

C. A_{32}×A_5（F_3）之後代（F_4）選拔：自25株中選出4株，目前狀況如表5。

表 5. $A_{32} \times A_5$ (F_3) 之後代 (F_4) 優選植株現況

Table 5. Selected progenies F_4 from $A_{32} \times A_5$

株號 Plant No.	第一着果高度 (cm) Height of the 1st. fruit	高生長 (cm) Plant height	幹圍 (cm) Circumference of stem	結果數 No. of fruits	品質 Quality	備註 Remarks
600	67	122	27.3	—	—	7月17日調查
602	70	120	22.1	—	—	〃
605	67	113	19.2	—	—	〃
608	69	93	17.2	—	—	〃

以上後代選拔以第一着果位置最低，果形整齊美觀者爲首先注重之目標。

討　　論

構成兩性木瓜產量之原因有二：一爲植株之生長快慢，一爲性變程度之多少。前者決定木瓜一年中可能生產之葉片數，已屆開花年齡後之葉片數與花序數一致，花序數愈多，結果之機會亦愈多，即產量愈高。但花序數雖多，是否能結成有效果實，則與性變情形有關。產生性變之程度如何，須視品種本身之遺傳特性，與氣候條件之影響程度而異。根據過去研究[2]與作者在臺灣觀察[8]， 高溫時期木瓜生長較旺盛，低溫時期木瓜生長較緩慢，以至停止生長。熱帶地區無低溫季節，故終年生長一致，產量甚高；在亞熱帶地區，則因多季氣溫常低，限制木瓜之生長常甚嚴重，產量因此隨之減少。此外，在臺灣之雨水分佈，就中南部而言，高溫時期爲雨季，低溫時期爲乾季，更有使木瓜在高溫之夏秋促成過分旺盛生長，而使多、春過分限制其生長之趨勢。木瓜兩性花在其適度生長範圍以外，如受氣候之過度影響，常有產生性變之表現。即在過分旺盛之生長情形下，兩性花有向雄性變異之趨勢；在抑制生長之狀況下，兩性花有向雌性變異之趨勢，前者因祇有雄性作用而不結果，後者則所結果實爲畸形 (2、8) 。

據 Minoru Awada 與 Warren S. Ikeda (1957) 研究，認爲兩性花木瓜之性變與土壤濕度及生長狀況有關，土壤濕度愈高或生長旺盛者，雌性變異率較高（4、5、6、7）。就氣溫影響而言，雌性變異表現最顯著之時期爲低溫之多季；高溫之夏季，則雄性變異表現最爲顯著（4、5、6、7）。由此似可判斷在低溫情形下，植株生長緩慢或停止，消耗養分（碳水化合物）少，貯積則相對增加，特別以生長旺盛者爲然。在碳水化合物充足情況下，有促進雌性變異之效果。反之，在高溫之夏季，由於生長旺盛，消耗碳水化合物之量超過其適量，或有不足之情況下，則有促進雄性變異之效果。故促進木瓜兩性花之性變之基本原因，可能爲營養狀況，而氣溫與土壤濕度之影響在改變營養狀況。

根據本研究調查結果：發現臺灣栽培之兩性木瓜在一年中，受氣候影響而引起性變之時期甚長，祇十一月與五月性變情形爲最少，十一月完全無雄性變異，雌性變異亦祇1.4%； 五月之雄性變異爲16.1%，雌性變異爲17.0%，兩者幾相等。其他時期凡不利於雄性變異者，則雌性變異即有增加之趨勢，不利於雌性變異者，則雄性變異有增加之趨勢，全年雄性變異率達21.8%，雌性變異率達27.7%，全年性變率達49.5%，幾及全年花序數（即葉片數）之½，亦即正常結果數祇有花序數(或葉片數)之半，有約½之果實因性變而損失。又正常果實中又因經過低溫而成熟者，糖度減低而未能達正常風味者，約佔44.5%，再減除不及標準之小形果實等，則實際有市場價值之果實不及¼，證明臺灣氣候對夏威夷品種之兩性木瓜之正常結果，有嚴重影響。在改良品種方面，如何避免性變之產生，應屬重

要目標。根據本研究用不同種子來源之後代觀察，發現凡畸形花不論人工自交或天然受粉，其後代所產生之畸形果實，均有增加趨勢。但正常兩性花自交者，其後代所產生之果實中，不但畸形果實有減少趨勢，且較正常兩性花之天然受粉者，亦有減少趨勢，正常果數則相對增加。故在改良品種方面，為求減少畸形果實之產生，而增加正常果數，應採用正常兩性花自交，以求逐步達成。

據本研究雜交後代分離方面之觀察獲悉：$A_5\times$Sunrise之F_2，其第一着果高度與果實水分含量，均有較 F_1 增加之趨勢；$A_{32}\times A_5$之F_3，則未見此等趨勢。故夏威夷品種木瓜，欲在臺灣獲得改良而能適合臺灣之要求，應就A_{32}與A_5之雜交後代中，用人工自交方法達成之。

參 考 文 獻

1. Henry Nakasone (1966) : Papaya breeding work at Malama-Ki, Miscellaneous publication 28, Univ. of Hawaii, Cooperative Extension Service.
2. Warren Yee (1970) : Papayas in Hawaii, Circular 436, Univ. of Hawaii, Cooperative Extension Service.
3. Minoru Awada and Warren S. Ikeda (1957) : Effects of Water and Nitrogen application on Composition, Growth, Sugars in Fruits, Yield, and Sex Expression of the Papaya Plants (Carica papaya Plants (Carica Papaya L.). Technical Bulletin 33, Hawaii Agri. Expt. Sta. Univ. of Hawaii.
4. R. W. Harkness (1967) : Papaya growing in Florida, Circular s-180, Agric. Expt. Sta. Institute of Food and agric. Sciences, Univ. of Florida.
5. W. B. Storey (1954) : Why papaya fail to fruit. Extension Circular 339, Univ. of Hawaii.
6. G. W. G. Agnew (1968) : Growing quality papaya in Queensland. Queensland Agri. Journal, Jan.
7. A. H. Lange (1961) : Factors Affecting Sex Changes in the Flowers of Carica Papaya L., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77 : 252—264.
8. 張振宙 (1974) ：夏威夷品種木瓜在臺灣試種與雜交一代之表現。農業研究 Vol. 23, No. 4.

VARIETAL IMPROVEMENT OF PAPAYA IN TAIWAN[1]

By

Chen-Chou Chang[2]

Summary

Fruit quality of the papaya varieties of Hawaii strain, trying to grow at Chia-yi Agricultural Experiment Station, are excellent. They are good for export, but unfortunately, they appeared sex changes throughout all the year, and produced during the cold season, a lot of carpellodic fruits which are unmarketable, or produced a lot of abortive flowers during the warm season, resulting in a lack of fruit production, so that the yields of these varieties have been much poorer in Taiwan than in Hawaii. Another problem is the quick decrease of sugar content of the fruits, when they developed through the cold season, and thereafter matured before May. Such fruits are not preferable on the market. It showed that the climatic conditions in Taiwan are not favorable to the production of papaya.

In this study, it was found that artificial self-pollination of the normal hermaphrodite flowers revealed a tendency to decrease the production of carpellodic fruits. It is suggested to be a method used for improving the varieties in decreasing the production of carpellodic fruits.

In keeping the excellent fruit quality, it is suggested to use the varieties A_{32} (Kapoho) and A_5 (a dwarfish variety) as parents for cross-breeding and select the progenies desirable for export.

This study supported by a research grant from the Chung Chen Science and Technical Research Foundation.

1. Serial No. (Q) 800.

2. Horticulturist of the Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute.

藥劑撒布與塗刷防治柑桔潛蛾比較試驗[1]
Phyllocnistis citrella

吳國家　　陶家駒[2]

摘要　當柑桔嫩芽吐露時，及吐芽後每隔7至 10 天，用納乃得 (Lannate) 5～10%，24%溶液加水 1.4～2.8 倍，塗刷樹幹四周，長及其直徑之3～4倍，連行2次或3次塗刷可以防治柑桔潛蛾 *Phyllocnistis citrella* Stn. ，其效果與 0.025%～0.05%納乃得溶液撒布法相同。塗刷防治法不致引起柑桔紅蟎之患，不若採用撒布方法防治潛蛾後，尚須另行防治柑桔紅蟎之費事，因此可以達成柑桔嫩枝葉害蟲之綜合防治目的，且無採用愛速靈 (Azodrin) 等防治有新芽脫落，新葉不正及生長停止等藥害現象。納乃得與24%萬待得 (Vydate) 溶液之最低有效防治潛蛾濃度分別爲5%與7.5%。

柑桔潛蛾爲柑桔育苗，新植園及高接換種園未結果前最嚴重之害蟲。防治該蟲方法，目前多用各種有機磷劑或氨基甲酸鹽劑，於每次嫩芽吐露時及出芽後每3、5、7至多10天撒布藥劑一次，又因柑桔夏秋芽吐露不齊，新葉不斷出現，必須經常撒布，才能達到防治目的；再加上防治其他柑桔害蟲亦須撒布藥劑，久之，柑桔之害蟲與益蟲間平衡被破壞，失去彼此牽制作用，促成次要害蟲之爲害轉烈，柑桔紅蟎即爲一例。因此本試驗採用塗刷方法防治柑桔潛蛾，維護柑桔害益蟲間自然均勢，藉免柑桔紅蟎爲患，與多次施藥防治之勞費。

材料與方法

二年生柚子實生苗，於離地30或45公分處剪切之，待新芽吐露時於嫩芽葉上行第一次撒布施藥，及塗刷於樹幹之四周，長及其直徑之3～4倍。以後每日觀察，待發現柑桔嫩芽有銀白色孔道，或在孔道末端有黃白色幼蟲時，行第二次藥劑撒布或塗刷。待新芽完全展開及頂葉脫落時，停止撒布或塗刷，如柑桔嫩芽每次發生整齊時，則行2或3次撒布或塗刷即可。

藥劑撒布或塗刷比較試驗，撒布用之藥劑有納乃得 (Lannate) 24%溶液， 納乃得 90%可濕性粉劑，萬待得 (Vydate) 24%溶液及固殺松 (Gusathion) 20%乳劑等4種， 每種藥劑處理之有效濃度分0.025%，0.0375%，0.05%三種，共有 12個處理。塗刷用之藥劑有愛速靈 (Azodrin) 60%溶液，必特靈 (Bidrin) 27.4%溶液，納乃得24%溶液及蒙尼妥 (Monitor) 50%溶液等五種，每種藥劑處理之有效濃度均爲10%，共有5個處理，連藥劑撒布12個及對照共有18個處理。

每處理3行，每行7～10株不等，於65年5月22日第一次處理後10天，每處理隨機調查3株，每株1～3枝條不等，每枝條上之健葉數、潛蛾爲害葉數、潛蛾死、活幼蟲及蛹數，以株爲單位，換算爲害葉率（如圖1），及平均幼蟲頭數（如圖2）。

5月31日，即第二次處理後第15天，6月14日除調查爲害葉率（如圖3）、幼蟲數（如圖4）外，又將爲害葉爲害程度分爲4級，即1級爲全葉兩面捲起，2級爲葉之一邊捲起，3級爲僅化蛹處一點捲起，4級爲葉片正常不捲，僅有幼蟲爲害痕跡，並不影響光合作用（如圖5）。

當第二次芽出現時，6月5日柑桔紅蟎在藥劑撒布區已見增加，停止撒布，但爲防治潛蛾，一律

本文承本所應用動物系邱主任瑞珍、羅技正幹成及李技士順連校閱全文，特此致謝。

①臺灣省農業試驗所研究報告第七八八號。　②臺灣省農業試驗所技佐、技正。

改爲納乃得24%溶液10%塗刷，並於6月底7月初調查各處理區老葉、中葉（第一次芽）及新葉（第二次芽）各50枚葉片上下兩面之紅蟎、幼蟎、前若蟎、後若蟎及成蟎頭數（如圖6、7），又於6月15、25日及7月8日行三次塗刷納乃得後，小黑瓢蟲(*Stethorus loi* Sasaji)已見立足，7月中旬又如前取樣調查柑桔紅蟎一次（如圖8、9），以資比較。

塗刷藥劑有效濃度試驗：供試藥劑有納乃得 24%溶液，及萬待得24%溶液二種。有效濃度分2.5、5.0、7.5及10%四種，連對照共計5個處理。納乃得試驗於6月15日剪切，6月26日、7月2及8日塗刷3次，於7月13日及8月2日分別調查每處理10株，調查方法同前，結果如圖10、11及12。萬待得試驗於7月26日剪切，8月6、13日塗刷2次，8月27日調查，一切操作同納乃得，結果如圖10及13。

柑桔潛蛾幼蟲天敵調查：柑桔潛蛾天敵僅發現有二種幼蟲寄生蜂寄生，一種是潛蛾黃蚰蜂*Cirrospilus ingennus* Gahan.，一種是潛蛾黑蚰蜂 *Tetrastichus* sp. ，自6月份起每10天左右調查一次，每次任意採集有潛蛾幼蟲爲害葉齡20天左右之新葉40片，結果如圖14.15。

結果及討論

1.藥劑撒布與塗刷防治柑桔潛蛾比較試驗中，觀圖1、2所示，經第一次處理後，納乃得溶液0.05%及固殺松0.0375%撒布潛蛾爲害葉率顯著減少，納乃得可濕性粉劑0.05%，0.0375%及 0.025%撒布，萬待得溶液10%及納乃得10%塗刷，均極顯著減少；柑桔潛蛾活幼蟲數因納乃得0.0375%及0.025%之撒布亦顯著減少；萬待得及納乃得10%塗刷兩處理潛蛾幼蟲減少極爲顯著，與潛蛾爲害葉率減少，幾乎相等。

觀圖3、4及5第二次處理後爲害葉率之減少，僅有納乃得可濕性粉劑 0.025、0.05%及0.0375%三種濃度撒布，及萬待得溶液10%與納乃得溶液10%塗刷均達顯著平準，與第一次處理後防治效果相同，尤以納乃得溶液10%塗刷，可謂達到完全防治程度。影響光合作用最大之潛蛾幼蟲爲害葉級1、2、3級之合計，除對照及蒙尼妥溶液10%塗刷各爲87.25%及61.54%外，其他各處理如固殺松0.05%撒布爲21.86%，及愛速靈10%塗刷爲27.27%，餘均微不足道。

撒布與塗刷方法防治柑桔潛蛾效果，同樣有效，雖無差別，但連續撒布二次，柑桔紅蟎密度已見增加，中葉上及新葉上凡因塗刷防治者，紅蟎密度均極顯著減少，其後第二次芽撒布處理區一律改用塗刷防治後，紅蟎密度在18個處理區均無顯著差異，每葉不到10頭，見圖6、7、8及9。

2.塗刷藥劑中之有機磷官能殺蟲劑愛速靈、必特靈及蒙尼妥10%，在此次試驗中、柑桔嫩芽葉多少有藥害發生，如部份新芽脫落，新葉捲曲不正，甚或落葉，枝條短小，生育受阻等現象，但未發生流膠。惟氨基甲酸之納乃得及萬待得，無此項現象發生，柑桔嫩芽葉不但發育正常，並且葉片又大又綠。民國60年春夏二季在雨季試驗未見藥害發生，但在乾季採用防治曾有流膠等現象發生，故停止推行。

觀圖10～13所示，納乃得塗刷濃度2.5、5.0、7.5 及10%於末次處理後第7天調查，防治潛蛾同樣有效，顯較對照株減少殊多。第二次芽出現時處理後調查，納乃得 2.5%塗刷，防治效力顯著減少，但10、7.5及5%濃度間，差異不顯著，證明同樣有效。故納乃得溶液 24%塗刷最低有效濃度爲5%。

爲害葉級第一次調查爲害1級4種濃度均未出現，對照區已達到70%以上；爲害2級4種濃度均少於10%，對照區將近20%；爲害3級5.0、7.5及10%濃度亦少於10%，惟2.5%濃度者18.74%，5%濃度者14.77%，7.5%濃度者4.64%，10%濃度者爲零，效果最佳。第二次8月2日調查，因7月2日及8日連續2次塗刷後，爲害1、2、3級合計對照區爲64.34%，5%、7.5及10%濃度者均未出現，惟2.5%濃度者亦僅有1.36%。爲害4級及健葉者 10%、7.5%濃度爲7.7%、7.08%及92.3、92.92%、5%及2.5%濃度各爲15.13、36.41%及84.87、62.23%，對照則爲25.41及10.25%。

萬待得第一次調查結果除 2.5%濃度爲害葉率與對照區比較無顯著差異，證明該項濃度防治無效，並與高濃度 5 %、7.5%及10%相較，顯著增多，無採用防治價值。爲害葉級亦類同，2.5%濃度亦僅有49.51%，故防治效果與納乃得相彷，但以7.5%爲最低有效濃度。

防治柑桔潛蛾之困難 [6,7,8,11,13,14,17,21]，在於其生活史中之卵期及幼蟲期短促，幼蟲又潛食嫩葉內，潛食之葉又多縱捲不展，更增藥劑防治之困難。卵產於嫩葉下面，一葉至多 2 、 3 粒，各期發育經過，因溫、濕度不同，同一蟲期而有 1 ～ 5 倍之差異，如卵期 2 ～10天，幼蟲期 5 ～10天，蛹期 6 ～22天，完成一代12～65天不等。產卵前期 1 天，產卵期 2 ～ 6 天，一生產卵36～76粒。幼蟲脫皮 3 次，凡 4 齡，老熟後於葉緣捲折一點化蛹，不易發現，一年出現 6 ～10代，無越冬及越夏現象。其幼蟲爲害之傷口又爲柑桔潰瘍病原細菌 *Xanthomonas citri* (Has) [3,8,21] 侵入之門戶，如此雙重加害橙類及柚類，損失更大。

過去防治潛蛾使用硫酸菸精或加用波爾多液 [1,2]，但無大效，如加用油劑或肥皂水 [7,14]，才有效果。近30年來經前後採用氯化氫類之 DDT、BHC、七氯、地特靈、安特靈等 [1,2,8]；有機磷劑之巴拉松、馬拉松、福斯米松、二氯松、大利農、大滅松、滅斯松等 [1,2,5,8,10,12,16,20] 及氨基甲酸鹽類之加保利 [1] 等，均有防治效果，其作用均爲滲透，但均須連續使用數次，勢必引起柑桔紅蟎之患。

柑桔潛蛾有時不致成災，除特殊氣候因子如高溫乾燥外，天敵在適宜環境下亦能控制大部，昆蟲類天敵已知者僅爲幼蟲寄生蜂，如爪哇之潛蛾小繭蜂 *Microbracon phyllocnistidis* Muss. (Braconidae) [21]，西爪哇、菲律賓、臺灣之潛蛾跳小蜂 *Ageniaspis* sp. (Encyrtidae) [4,21,22,23]；菲律賓、臺灣、可能大陸之潛蛾黃小蜂 *Cirrospilus ingennus* Gahan (Eulophidae) [4,21] *Cirrospiloides phyllocnistides* (Nar.) (Eulophidae) [19], *Scotolinx quadristriata* Rao et Ram. (Eulophidae) [19]，日本之 *S. phyllocnistis* Ishii (Eulophidae), *Sympiesomorpha mikan* Ish. (Eulophidae)，雅典之 *Sympiesis* sp., [9] 臺灣之潛蛾黑紬蜂 *Tetrastichus* sp. (Eulophidae)，錫蘭之 *Eurytoma* sp. (Eurytomidae) [7] 及菲律賓之 *Elasmus zihtneri* Ferr. (Elasmidae) [4] 等11種，其中臺灣出現之潛蛾紬蜂及特有之潛蛾黑紬蜂 2 種寄生蜂，最近半年來在此次試驗園地內控制柑桔潛蛾情形見圖14及15。

參 考 文 獻

1. Atwal, A. S., Varma, G. A., 1970, J. Res . Punjab Agric. Univ. 7 : 55-57.
2. Ayoub, M. A., 1960, Bull. Soc. Ent. Egypte 44 : 387-391.
3. Badaway A., 1967, Bull. Soc. Ent. Egypt 51 : 95-103.
4. Badaway A., 1968, Bull Soc. Ent. Egypt (Economic) 2 : 129-130.
5. Barroga S. F., 1968 Philipp. J. Plant Indust. 33 : 17-36.
6. Bokura U. 1936 J.Plant Prot. 23 : 431-435.
7. Hutson J. C., & Pinto, M. P. D., 1934 Trop. Agric. 83 : 188-193.
8. Khauna S. S., & Pande Y. D., 1966 Allahabad Fmr. 40 : 203-209.
9. Knorr L. C., Paterson E. C. & Proctor, J. H., 1961 FAO Plant Prot. Bull. 9 : 91-98.
10. Mason R. R., & So P. Y., 1969 Agric. Sci. Hongkong 1 : 58-74.
11. Ooyi Y., 1938 Insect world 6 : 223-238.
12. Pal. S. K., 1971 Madras Agric. J. 58 : 409-410.
13. Pandey N. D. & Pandey Y. D., 1964 Indian J. Ent. 26 : 417-422.
14. Rahman K. A. & Yunus M., 1945 Ind. Fmg. 65 : 221.
15. Sabine B. N. E., 1971 Queensland Agric . J. 97 : 127-129.
16. Sohi G. S. Varma G. C., 1966 Ind. J. Ent. 27 : 483-485.
17. Sohi G. S. Varma G. C., 1969 Ind. J. Ent. 31 : 59-63.

18. Sohi G. S. & Sandhn M. S., 1968 J. Res. Punjab. Agric. Univ. 5 : 66-69.
19. Subba Rao B. R., & Ramamani S. 1965 Ind. J. Ent. 27 : 408-413.
20. Verma G. C., & Sohi G . S. M., 1967 J. Res. Punjab Agric. Univ. 4 : 227-232.
21. Voute A. D., 1932 Tijdschr. Ent. 75 Suppl. : 128-135.
22. Voute A. D., 1934 Korte Meded. Inst, Plzickt. 19, 38 pp.
23. Voute A. D., 1935 Arch. neerl. Zool. 1 : 354-372.
24. Yamamoto E. 1972 Proc. Assoc. Plant. Prot. Kyuchu 18 : 61-63.

COMPARATIVE STUDY OF SPRAYING AND PAINTING INSECTICIDES AGAINST CITRUS LEAF MINER, *PHYLLOCNISTIS CITRELLA* (PHYLLOCNISTIDAE, LEPT.) [1]

by

Kuo-chia Wu and Chia-chu Tao[2]

Summary

Citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Stn. (Phyllocnistidae, Lepidoptera), has been considered as the worst insect pest in citrus nursery, particularly occurred on nonfruit bearing and top grafting trees. Seven insecticides including 24% Lannate, 90% Lannate Wp, 24% Vydate L, 20% Gusathion EC, 60% Azodrin S, 27.4% Bidrin S, and 50% Monitor S. were applied by spraying and painting method to evaluate the effectiveness of the miner control. Spraying Lannate and Vydate at 0.025−0.05% concentrations, or painting on the trunk of young tree at 5.0−10% concentrations had achieved the most effective control. But the spraying method usually caused the outbreak of citrus red mite, *Pannonychus citri* (McG.) in order that the mite control was required.

The proper time of application for insecticide painted must be started at the new bud appearance and then repeated 2 or 3 times with a 7 to 10 days interval. The effective control was usually obtained by painting insecticides on the trunk about 3 to 4 times as long as the trunk diameter. Painting of Azodrin and Bidrin at 10% concentration often induced phytoxicity such as bud drop, young leaf deformation and tree growing retardation. Therefore, the authors would suggest that the minimum effective concentration of Lannate and Vydate for painting are 5% and 7.5% respectively.

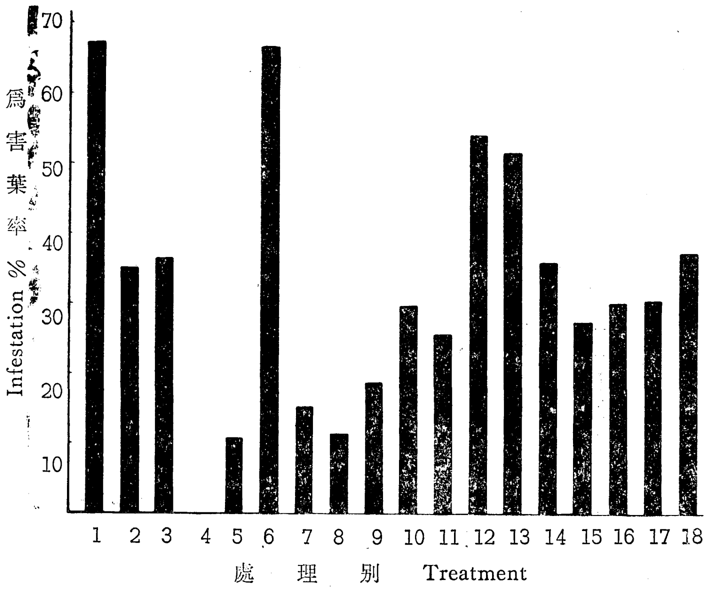
---

1. Report of Taiwan Agric. Res. Inst. No. 788

2. Research assistant and Senior Entomologist of the Department of Applied Zoology, TARI.

圖 1. 藥劑處理後10天柑桔潛蛾爲害葉率

Fig. 1. Infestation % of citrus leaf miner after 10 days of chemical application.



處理說明：Explanation of treatment

1.2.3. 固殺松乳劑Gusathion EC. 0.05, 0.0375, 0.025%

4.5.6. 納乃得溶液Lannate L. 0.05, 0.0375, 0.025%

7.8.9. 納乃得可濕性粉Lannate WP. 0.05, 0.0375, 0.025%

10.11.12. 萬待得溶液Vydate L. 0.05, 0.0375, 0.025%

13. 對照Check

14. 愛速靈溶液Azodrin S. 10%

15. 必特靈溶液Bidrin S. 10%。

16. 萬待得溶液Vydate L. 10%

17. 納乃得溶液Lannate L. 10%

18. 蒙尼妥溶液Monitor S. 10%。

圖 2. 藥劑處理後10天柑桔潛蛾活蟲數

Fig. 2. No. of alive citrus leaf miner larvae after 10 days of chemical application.

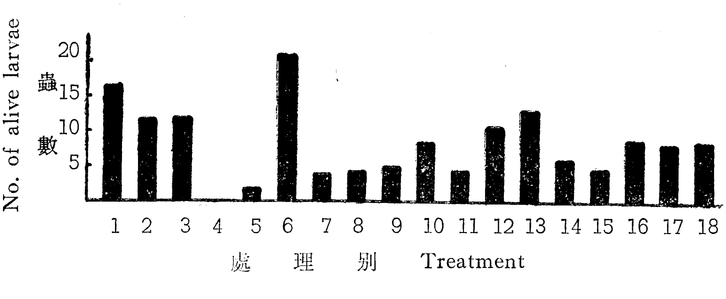


圖 3. 藥劑處理後15天柑桔潛蛾爲害葉率

Fig. 3. Infestation % of citrus leaf miner after 15 days of chemical application.

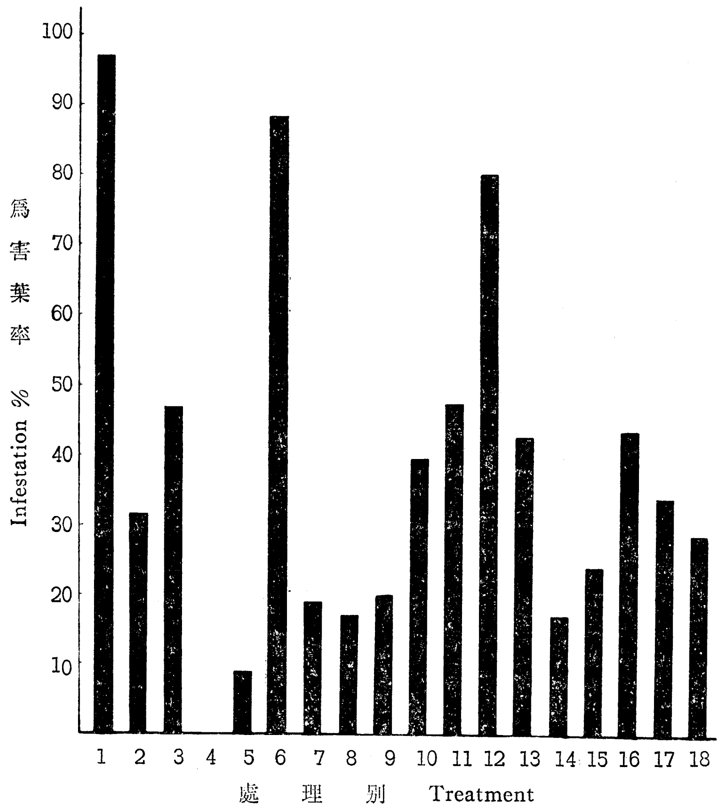


圖 4. 藥劑處理後15天柑桔潛蛾活蟲數

Fig. 4. No. of alive citrus leaf miner larvae after 15 days of chemical application.

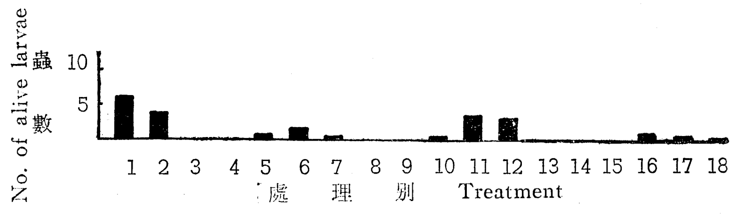


圖 5. 藥劑處理後15天柑桔潛蛾爲害葉級

Fig. 5. Infestation rank citrus leaf miner after 15 days of chemical application.

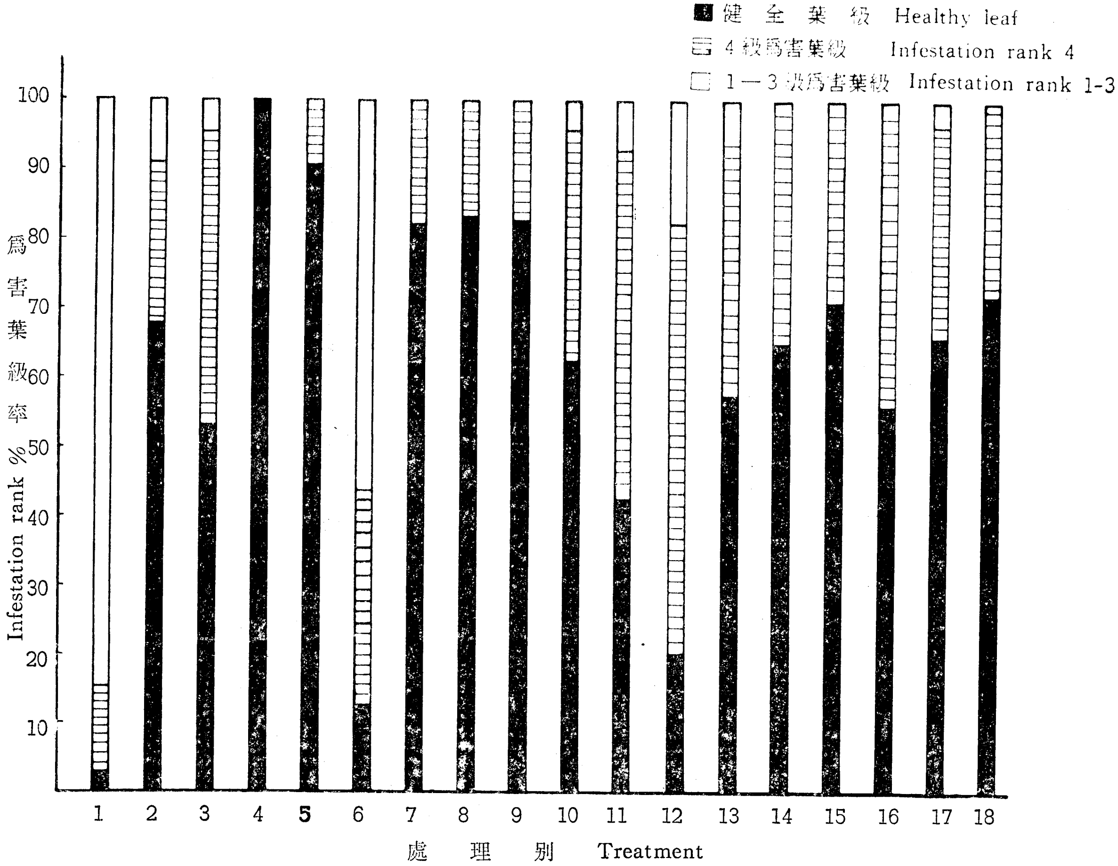


圖 6. 藥劑處理二次後柑桔新葉上紅蟎密度

Fig. 6. Density of citrus red mite on new flush (summer) leaves after 2 chemical applications.

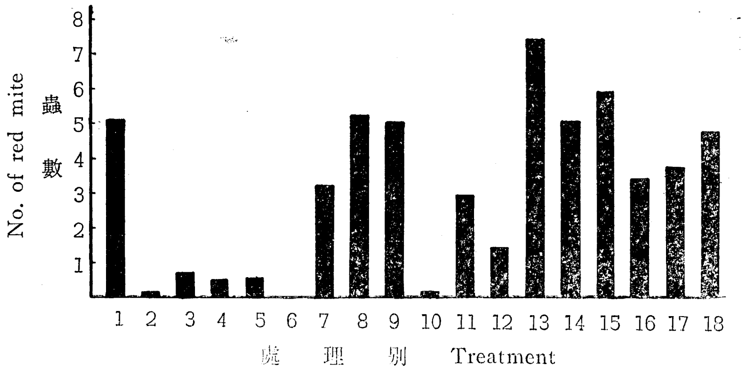


圖 7. 藥劑處理二次後柑桔中葉上紅蟎密度

Fig. 7. Density of citrus red mite on matured (spring) leaves after 2 chemical applications.

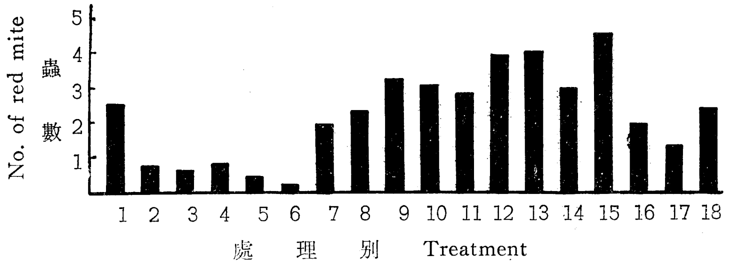


圖 8. 藥劑塗刷後30天柑桔新葉上紅蟎密度

Fig. 8. Density of citrus red mite on new flush (summer) leaves 30 days after chemicals painting.

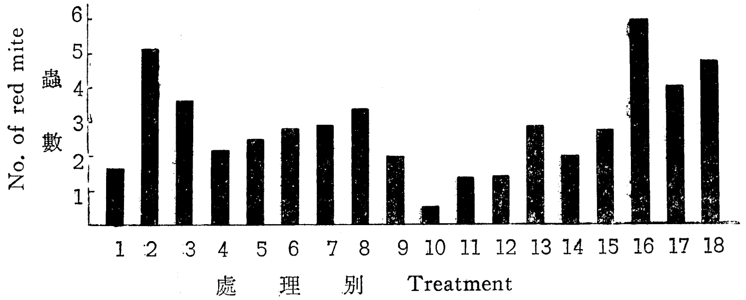


圖 9. 藥劑塗刷後30天柑桔中葉上紅蟎密度

Fig. 9. Density of citrus red mite on matured (spring) leaves 30 days after chemicals painting.

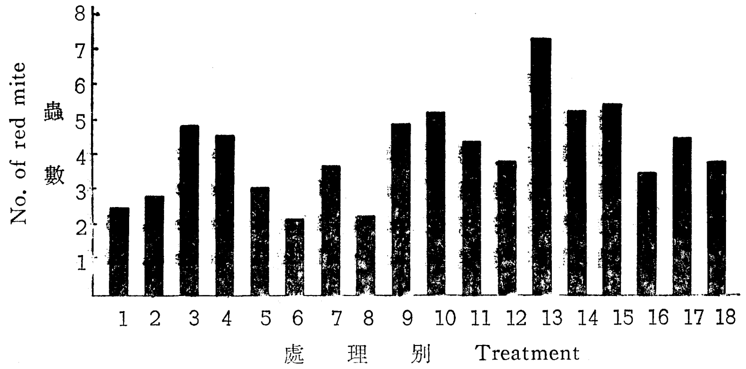


圖 8—9 附註：處理 1.對照

2—6.始終塗刷處理

7—18.於撒布後15天改用納乃得塗刷

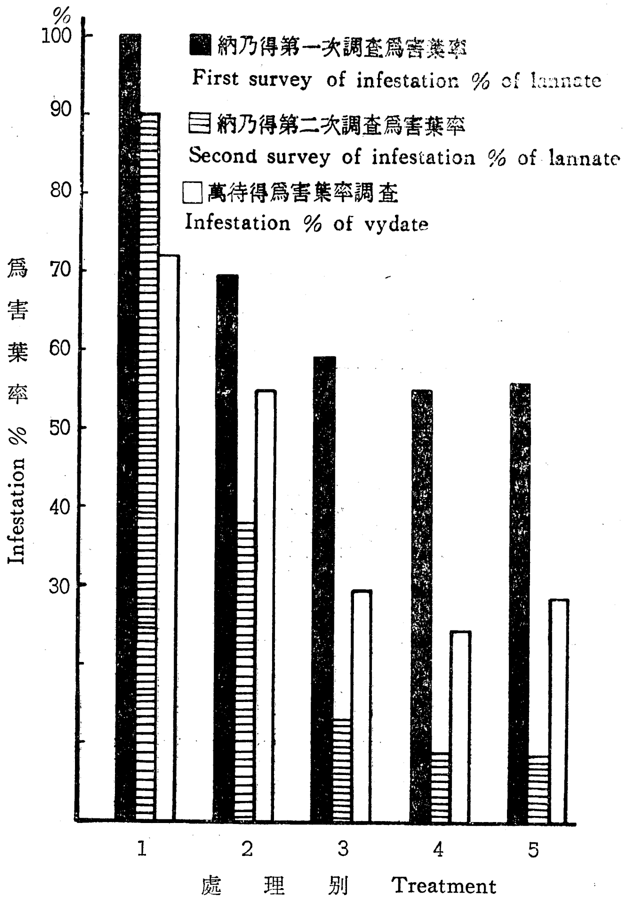
Fig. 8-9. 1. check,

Treatment 2-6.painting always,

7-18.after spraying of 15 days painting changed

圖 10. 納乃得及萬待得不同濃度防治柑桔潛蛾試驗

Fig. 10. Infestation % of different concentration of lannate and vydate.



處理說明：Explanation of treatment

1. 對照Check
2. 納乃得及萬待得溶液 Lannate L. and Vydate L. 2.5%
3. 納乃得及萬待得溶液 Lannate L. and Vydate L. 5.0%
4. 納乃得及萬待得溶液 Lannate L. and Vydate L. 7.5%
5. 納乃得及萬待得溶液 Lannate L. and Vydate L. 10.0%

圖 11. 納乃得塗刷不同濃度防治柑桔潛蛾

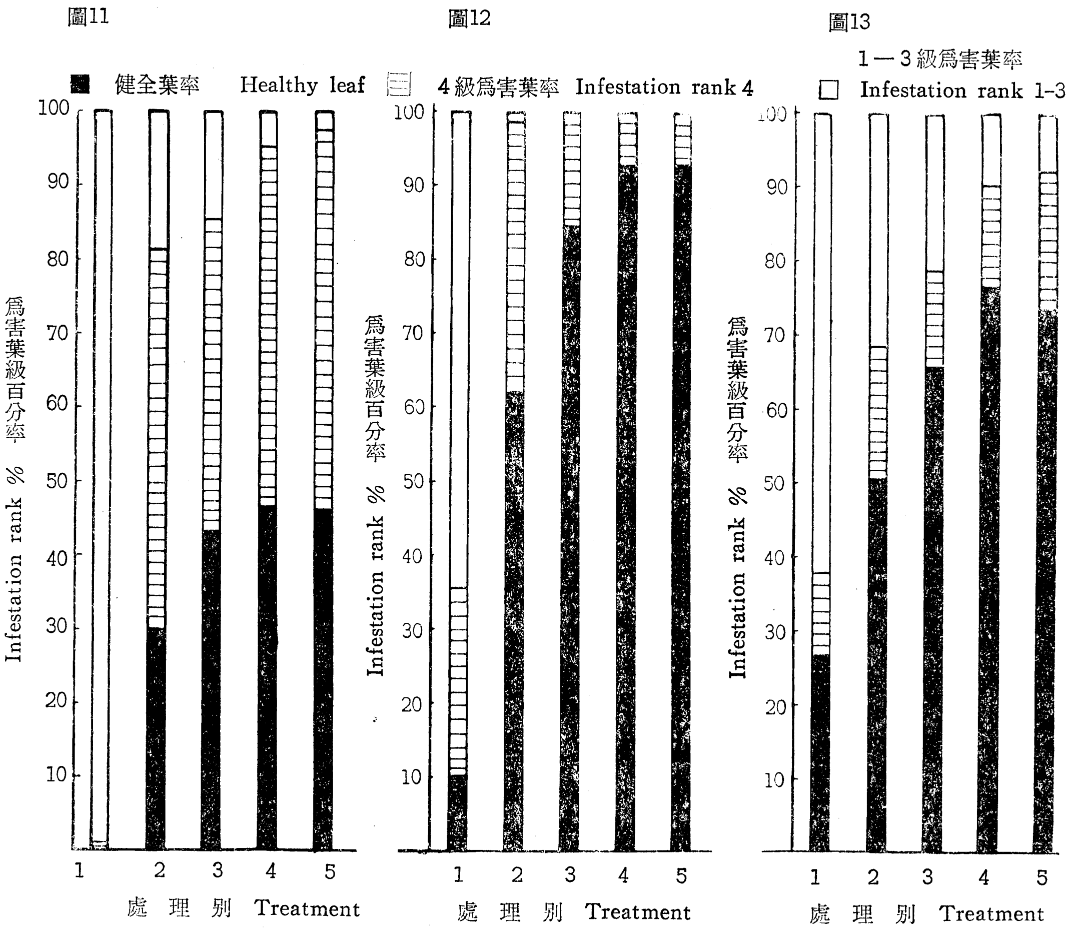
Fig. 11. Different concentration of lannate painting controls citrus leaf miner first survey.

圖 12. 納乃得塗刷不同濃度防治柑桔潛蛾

Fig. 12. Different concentration of lannate painting controls citrus leaf miner second survey.

圖 13. 萬待得塗刷不同濃度防治柑桔潛蛾

Fig. 13. Different concentration of vydate painting controls citrus leaf miner.



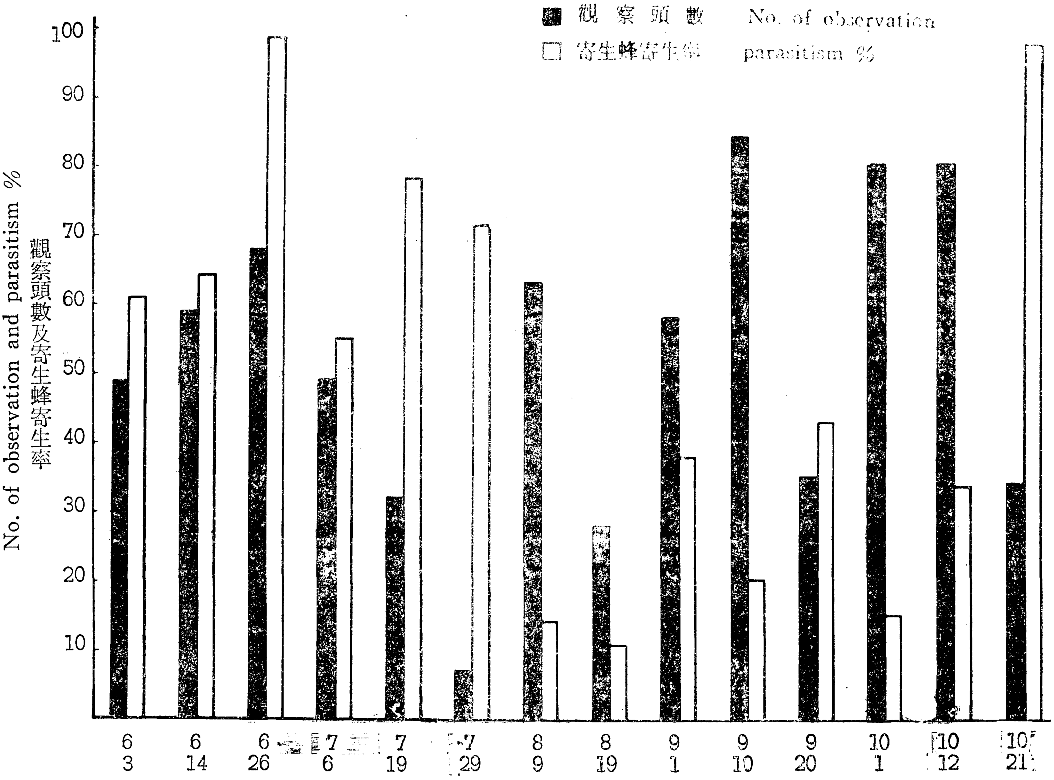


圖 14. 柑桔潛蛾幼蟲寄生蜂寄生率之考查

Fig. 14. Parasitism % of citrus leaf miner parasitoids.

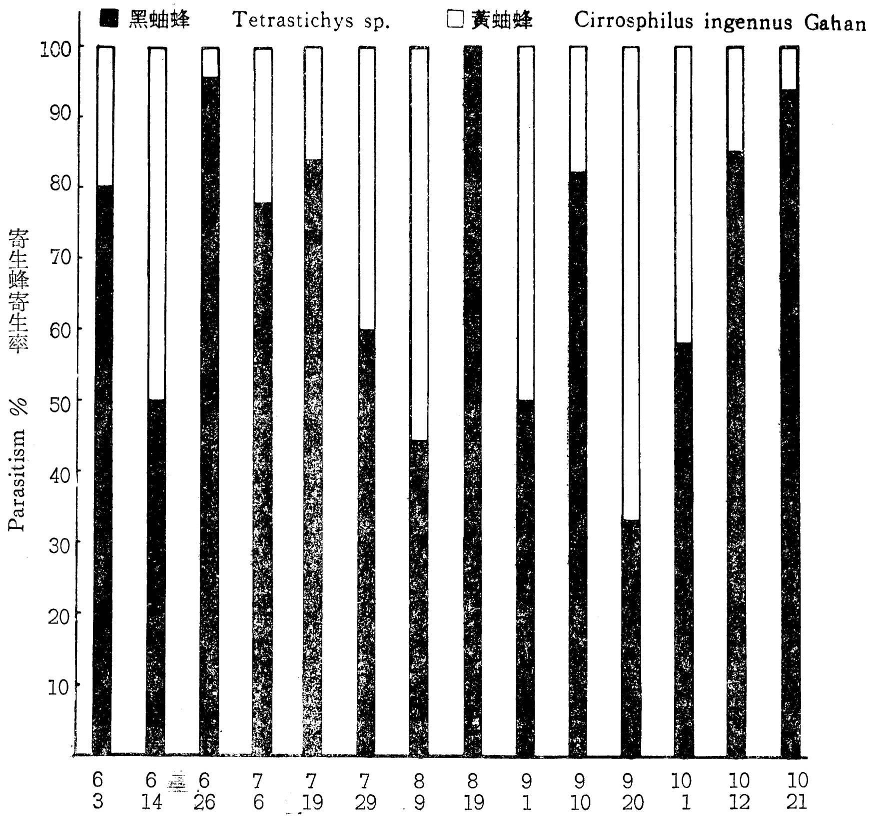


圖 15. 二種柑桔潛蛾幼蟲寄生蜂寄生率之考查

Fig. 15. Parasitism % of two citrus leaf miner parasitoids.

Vol. 26, No. 2 June, 1977

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

A Study on Productivity of Paddy Soils in Relation to Cropping System
1. Effect of Fallow on Growth and Yield of the Second Rice Crop in Some Slate Alluvial Soils ………… Shen Lian……85
Droduction of Rice Plantlets by Anther Culture ……………Shung-ching Tsai & Ming-hwa Lin… 100
Environmental and Genetic Variabilities of Five Quantitative Characters of Rice under Different Environmental Conditions……Te-mei Chang… 113
A Screen Test on the Tolerance of Rice Seedlings to the Chilling Temperature among Different Varieties……………… S. M. Chiu, K. S. Chi & T. H. Hsu … 123
Effects of Soil Composition on the Relationships between Soil Test Values for Phosphorus Fertilizer Requirements………… C. F. Lin, A. H. Chang & W. K. Wu… 127
Effects of Soil Composition on the Relationships between P-uptake of Rice Plant and Soil Test Values for Phosphorus Fertilizer Requirements …………C. F. Lin, W. K. Wu & A. H. Chang … 138
Preliminary Observation on the Effect of "Fertilaid" on Paddy Rice……………………C. N. Chao & S. C. Yang… 147
Varietal Improvement of Papaya in Taiwan………… Chen-chou Chang… 151
Comparative Study of Spraying and Painting Insecticides Against Citrus Leaf Miner, *Phyllocnistis Citrella*……… K. C. Wu & C. C. Tao ……158

Published by

TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局台字第一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記爲第一類新聞紙類

發行人 萬 雄 臺北市羅斯福路四段一一三巷五〇號
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖